

Chem.

252

nlr

Chem.

252 nl

(2)

Rau

Chem. 252^{nt}

DIE ENTWICKLUNG
DER
MODERNEN CHEMIE.

IM ANSCHLUSSE AN DIE SCHRIFT:

„GRUNDLAGE DER MODERNEN CHEMIE“

VON

ALBRECHT RAU.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1879.

22/4

522 B

11/2

ANKÜNDIGUNG.

Die vorliegende Schrift ist eine Fortsetzung von des Verfassers: „Grundlage der modernen Chemie.“ ^{Chem. 252 nt} Eine historisch-philosophische Analyse“, welche in gleichem Verlage erschienen ist. Die Entwicklung, welche die Chemie durch Laurent und Gerhardt erfahren haben soll, ist insbesondere Gegenstand derselben. Im Widerspruche mit den Anschauungen der Mehrzahl der Chemiker, wonach Dumas, Laurent und Gerhardt Reformatoren der Chemie sind, erkennt der Verfasser sie als Destructoren; im Wesentlichen ist das Ergebniss seiner Untersuchung Folgendes: Die Principien, welche die Anhänger Laurent's und Gerhardt's als neu und fundamental bezeichnen, sind, insoweit sie neu sind, nicht wahr, und insoweit sie wahr sind, nicht neu.

Die Fragen, welche hier zur Erörterung kommen, gehören jedoch nicht der Chemie allein an, sie sind wesentlich allgemeine Fragen der Naturwissenschaft. Die moderne Chemie ist bestrebt, die Probleme durch aprioristische Gedankenconstructionen zu lösen, oder Begriffe einzuführen, welche in mangelhaften, einseitigen Abstractionen ihren Ursprung haben. Solche Tendenzen machen sich heute auf allen Gebieten der Naturwissenschaft bemerkbar. Der Verfasser war deshalb bemüht, die Darstellung so zu gestalten, dass auch der Nicht-chemiker dem Gange der Untersuchung folgen kann. Insbesondere referirt er nicht bloß über seine Beweisstücke, um sie nicht etwa unwillkürlich zu interpoliren, sondern er lässt sie selbst sprechen; dadurch allein bleibt der Leser unabhängig vom Autor, wird ihm die Möglichkeit des eignen Urtheils gewahrt.

DIE ENTWICKLUNG
DER
MODERNEN CHEMIE.

DIE ENTWICKLUNG
DER
MODERNEN CHEMIE.

IM ANSCHLUSSE AN DIE SCHRIFT:

„GRUNDLAGE DER MODERNEN CHEMIE“

VON

ALBRECHT RAU.

BRAUNSCHWEIG,
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1879.



Alle Rechte vorbehalten.

INHALTSVERZEICHNISS.

I.

Die chemische Classification Laurent's.

	Seite
Die Methode der modernen Chemie	2
Dumas und Laurent	4
Das Wesen echter Naturforschung nach Sachs	5
Die moderne Chemie enthält die Elemente einer scholastischen Betrachtungsweise	6
Bei Laurent fehlt jedes geschichtliche Verständniss	7
Laurent's Prioritätsreclamationen gegen Dumas	8
Ersterer erzeugt Verbindungen, um sie classificiren zu können	9
Die Momente, durch welche eine Classification bestimmt wird	11
Laurent entbehrt der Eigenschaften eines Systematikers	13
Er erläutert seine unklaren chemischen Begriffe durch Bilder, welche er andern Wissenschaften andichtet	15
Die scholastische Denkweise Laurent's	16
Generation im Sinne der Zoologie und in dem der Chemie	18
Die cellule mère Laurent's	19
Seine krystallographischen Bilder sind ebenfalls mangelhaft gedacht	21
Die Kerntheorie ist keineswegs aus der Radicaltheorie hervorgegangen	22
Die Interpolationen des Herrn Wurtz	23
Die Natur der Atome übt nach Laurent keinen Einfluss auf die Natur der Verbindungen	25
Der Begriff Atom ist bei Laurent nicht vorhanden	26
Bemerkungen	27

II.

Das Urtheil Liebig's über Laurent.

Der Einfluss Laurent's auf seine Zeitgenossen; der Grund seines heutigen Einflusses	36
Der Vorwurf, dass Berzelius und Liebig Laurent unverhältnissmässig schlecht behandelt haben, ist ein höchst ungerechtfertigter	37

	Seite
Liebig's Aufstellungen im Widerspruche mit denen Laurent's und mit dem Entwicklungsgange der modernen Chemie	38
Berzelius, Liebig und Kolbe leiten aus der anorganischen Chemie die Regeln zur Erforschung der organischen ab	39
Liebig schöpft aus dem, was dem Chemiker Gegenstand ist	40
Die zusammengesetzten Radicale im Sinne Liebig's	41
Laurent verbinde mit seinen Radicalen einen ganz andern Begriff	44
Das schablonenmässige Verfahren Laurent's durch Liebig gekenn- zeichnet	46
„Die ganze Theorie des Herrn Laurent ist ein willkürliches Spiel mit Begriffen und Formeln“	47
Die Formeln Laurent's im Widerspruche mit den Resultaten seiner Analyse	48
Laurent gehe nicht die Fähigkeit ab zu schätzbaren Resultaten zu gelangen	49
Bemerkungen	50

III.

Das Wesen der Substitutionen im Sinne der elektrochemischen
Theorie.

Die Lebenskraft nach der Auffassung von Berzelius	53
Die Deutung der Substitutionserscheinungen durch Berzelius . .	54
Dieselben fanden jedoch nur geringe Anerkennung	56
Liebig's Einwände	57
Eindruck derselben	59
Melsen's Entdeckung	60
Berzelius erkennt die Thatsache der Substitution an; die Theorie der Paarlinge	61
Die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Begriffe verglichen mit dem Entwicklungsgange der Philosophie	62
Die Beschaffenheit der Begriffe, welche eine Erweiterung der Natur- erkenntniss bedingen	64
Die Substitutionstheorie widerstreitet dem Begriffe Element	65
Kolbe's Ansicht von der Natur der substituierenden Elemente . . .	66
Einen werthvollen Beitrag zur Erkenntniss der Substitutionen lieferte Mohr	67
Die Constitution der Molecüle vom Standpunkte des Elektrochemismus	70
Erklärung der Substitutionen durch die Constitution der Molecüle .	71
Bemerkungen	72

IV.

Gerhardt. Sein erster Versuch einer chemischen Classification.

Gerhardt betont wieder, im Gegensatze zu Laurent und Dumas, den Elektrochemismus	80
Der wissenschaftliche Charakter Gerhardt's nach Wurtz	81

Inhaltsverzeichniss.

VII

	Seite
Widersprüche in der Darstellung Wurtz's	82
Ohne Gerhardt wäre Laurent der Kritik Liebig's erlegen . .	83
Der verderbliche Einfluss Laurent's auf Gerhardt	84
Die homologen Reihen des Précis de chimie organique	86
Die widernatürliche Anordnung in den „natürlichen“ Familien Gerhardt's	88
Von der Höhe seiner Verbrennungsleiter herab verkündet Gerhardt die Chemie der Zukunft	89
Die Classificationsprincipien des Traité de chimie organique	90
Geschichtliche Entwicklung des Begriffs der homologen Reihe . . .	92
Ein Angriff Gerhardt's auf die elektrochemische Theorie;	94
Derselbe stützt sich jedoch auf durchaus falsche Vorstellungen .	96
Absolute Bestimmungen sind dem Geiste Laurent's und Gerhardt's nicht dem des Berzelius' angemessen	97
In wie weit Berzelius widerlegt worden ist	98
Der Dogmatismus Berzelius'	99
Bemerkungen	100

V.

Gerhardt's Ansichten über Lebenskraft und über die Erzeugung organischer Verbindungen.

Die Lebenskraft nach der Auffassung Gerhardt's	103
Die Folgerungen, welche sich für Gerhardt aus dieser ergeben . .	104
Dieselben sind in allen Punkten durch die Entwicklung der Wissenschaft widerlegt worden	105
Die Wissenschaft hat auch Gerhardt als ein Erzeugniss spontaner genialer Einfälle betrachtet; Folgen davon	106
Der Dualismus Berzelius' und der Gerhardt's	107
Begründung der Vorschläge Gerhardt's bezüglich der Aenderung der Atomgewichte	108
Das Werthvolle derselben	110
Das Unrichtige derselben	112
Berzelius und die Gay-Lussac'sche Volumtheorie	113
Die Reform Gerhardt's in ihrem wirklichen Lichte	114
Der Fehler der Berzelius'schen Auffassung liegt in seiner Aequivalenttheorie	115
Die Atomgewichte Berzelius' und Gerhardt's	117
Bemerkungen	119

VI.

Gerhardt's Ansichten über die rationellen Formeln.

Empirische Zusammensetzung	120
Ansichten über die rationelle Zusammensetzung der Essigsäure . . .	122
Gerhardt verwirft rationelle Formeln	124

	Seite
Eine Formel, die nur die atomistische Zusammensetzung ausdrückt, ist weder eine empirische noch eine rationelle	125
Wie die Atome „wirklich“ angeordnet sind, werden wir nie erfahren	126
Die drei rationellen Formeln des schwefelsauren Baryts nach Ger- hardt	127
Gerhardt's Kritik der Berzelius'schen rationellen Formeln ist eine Kritik des Missverständes	128
Der letzte Fehler derselben	130
Die Naturwissenschaften kennen nur eine fortschreitende und keine absolute Erkenntniss	131
Die rationellen Formeln im Sinne der Nachfolger Gerhardt's . .	132
Der wahre Werth der Wirksamkeit Gerhardt's	133
Seine Auffassung der Radicale	134
Dieselbe wurde im Wesentlichen schon von Liebig geltend gemacht	135
Bemerkungen	136

VII.

**Ideen und Thatsachen, welche der Aufstellung der Gerhardt's-
schen Typentheorie vorangingen.**

Die Aetherintheorie von Dumas und Boullay	139
Liebig's Theorie der Aetherbildung	140
Berzelius' Ansichten über die Zusammensetzung desselben	141
Das Aethyloxyd ist nach Berzelius analog dem Wassergas zu- sammengesetzt	142
Dasselbe gilt ihm für den Alkohol	143
Seine Gründe dafür, dass der Alkohol kein Wasser enthalte	144
Die katalytische Kraft	145
Williamson über Aetherbildung	146
Chancel's Untersuchungen	149
Berzelius' Ansichten über die Zusammensetzung der organischen Basen	150
Die von Wurtz hierüber	151
A. W. Hofmann's Untersuchungen	152

VIII.

Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

Rückblick	155
Abgeleitete Typen und Unterscheidungen innerhalb derselben	157
Basen und Hyperoxyde	158
Ein Metall besitze mehrere Aequivalente	159
Saure und basische Salze	160
Die Wissenschaft nach scholastischer Methode	161
Die Metalle secundäre, die Hydrüre derselben primäre Derivate des Typus Wasserstoff	162

Inhaltsverzeichniss.

IX

	Seite
Die drei Formeln der Salpetersäure	163
Kritik der Typentheorie von Blomstrand, Wittstein und Kolbe	164
Mohr's Kritik derselben	166
Die Typentheorie enthält eine indirecte Widerlegung der Idee der Lagerung	168
Die Widerlegung der Typentheorie wird von den heutigen Structur- chemikern nicht zugegeben	169

I.

Die chemische Classification Laurent's.

Dumas' Verhalten bei Deutung der Substitutionserscheinungen ist ein unentschiedenes, schwankendes; bald ersieht er in denselben die ersten Anzeichen einer vollständigen Reform der Wissenschaft, deren Richtung eine ganz andere sein sollte, als die von Berzelius und seinen Schülern gelehrt; bald vertragen sich die Substitutionserscheinungen mit einer elektrochemischen Theorie, wenn auch nicht gerade mit der von Berzelius gegebenen. Das eine Mal bedingt allein die Stellung der Atome die Natur der Verbindungen, das andere Mal verwahrt er sich ganz ernsthaft gegen die Unterstellung, als schriebe er dem Chlor, indem es den Wasserstoff vertrete, dieselbe Rolle zu. Das Widersprechende seiner Annahmen hielten ihm Pelouze und Berzelius vor. Die Ursachen dieses Verhaltens liegen in dem Geiste der damaligen Zeit und in der Einwirkung desselben auf Dumas. Damals war die chemische Welt erfüllt von dem klaren Verstande eines Lavoisier, eines Davy, eines Gay-Lussac, eines Dalton; die Ideen aller dieser Männer waren in Berzelius vereint und wurden von ihm in einem mustergültigen System zusammengefasst; in Deutschland wirkte damals in der ersten Blüthe seines Ruhmes Liebig, der, wenn er auch im Einzelnen von Berzelius abweichende Meinungen ver-

trat, so namentlich in der Auffassung der Säuren, stets im Geiste der inductiven Forschung wirkte.

Diesem Einflusse konnte sich auch Dumas nicht entziehen und diesem ist es zuzuschreiben, wenn seine schrankenlose Phantasie ihn nicht zu noch weiteren Verirrungen fortriss. In Dumas' Vorstellungen mischt sich in wunderlicher Weise der Geist der classischen Chemie mit dem der modernen.

Man kann nicht sagen, dass die moderne Richtung eine rein philosophische oder deductive Behandlung anstrebe; denn gerade das Wesen der Deduction wird durch dieselbe verletzt. Wäre z. B. Dumas ein klarer Denker gewesen, so hätte er erkennen müssen, dass seine Substitutionstheorie eben in der Anwendung auf logische Widersprüche stösst; ein richtig denkender Kopf, der mit der Interpretation chemischer Thatsachen vertraut ist, musste allein daraus das Unrichtige dieser Theorie erkennen.

Aber noch weniger ist in der modernen Chemie das inductive Verfahren vertreten; dieses zwingt den Forscher, das Gesetz aus einer Reihe von Thatsachen abzuleiten, so dass jede einzelne Thatsache in ihrer besonderen Lagerung zur Demonstration des Gesetzes verwendet werden kann. Aber auf diese Weise ist, wie gezeigt wurde, das Substitutionsgesetz z. B. nicht entstanden; denn die einzelnen Thatsachen, mit welchen Dumas sein Gesetz belegt, lassen sich nur dann mit demselben vereinen, wenn das specielle derselben entweder verstümmelt oder falsch interpretirt oder sonstwie künstlich zurecht geschnitten wird.

Die moderne Chemie ist aber auch nicht reine Empirie; denn der wirkliche Empiriker hat kein Bedürfniss, die Gesetzmässigkeit der Natur zu ergründen; er erhebt sich, selbst im günstigsten Falle, niemals über den Artbegriff der Erscheinung; die Welt ist ihm kein Kosmos, kein zusammengehöriges Ganze, sondern nur ein Conglomerat von Einzelheiten; der Empiriker begründet keine Gesetze.

Was ist nun die moderne Chemie? Sie ist das eine wie das andere; sie enthält die Elemente der Deduction, der Induction und des Empirismus; aber niemals rein, sondern das eine Element stets getrübt und gehemmt durch das andere. Sie ist

Empirie, indem sie eine Thatsache in ihrer Einzelheit zu erkennen strebt; sie erhebt sich zur Induction, indem sie aus einer Reihe von Thatsachen das Gemeinsame zu erkennen sucht; bei diesem Versuche aber entfallen nicht selten die Resultate der Erfahrung ihren Händen, indem nicht zusammengehörige Fälle zusammengereimt werden. Sie ist Deduction, indem sie aus der gewonnenen Theorie alle einzelnen Thatsachen wieder abzuleiten und neue vorherzusehen sucht, wobei sie sich jedoch in logische, von ihr nicht auffindbare Widersprüche verwickelt.

Um das Maass der Uebelstände zu füllen, ist dieses Gemisch noch versetzt mit einer gehörigen Dosis eines antihistorischen Geistes. Die Chemie der Gegenwart ist in dem Grade modern, dass die Gedankenschätze der Vergangenheit, insbesondere die eines Berzelius für sie keinen Werth mehr haben. Berzelius ist für ihre Vertreter nur ein unermüdlich fleissiger Mann gewesen, dem vielleicht einige etwas Talent zuerkennen, keiner aber Genie. Er war auch kein modernes Genie, er war ein Mann von tiefsinnigem Geiste und ernster Wahrheitsliebe, der stets gehalten hat, was er versprochen hatte, der in angestrenzter mühevoller Arbeit aus tiefem Schachte das Gold der Erkenntniss förderte, unvergleichbar denen, die mit Wünschelruthen in der Hand taubes Gestein als Gold ansprechen. Berzelius ist der Kant der Chemiker, während die moderne Richtung in Schelling¹⁾ ihr philosophisches Gegenstück findet.

Was unserer Zeit überhaupt fehlt, das fehlt der modernen Chemie insbesondere: es ist die Fähigkeit zur Vertiefung und zur Bestimmung der Tiefe. Der breite Strom, in dem die Chemie sich heute dahin wälzt, lässt den Gedanken nicht aufkommen, dass dieser Strom doch seicht sein könnte. Wir vergleichen das verhältnissmässig schmale, aber einheitliche Bett von früher mit dem breiten von heute und sind stolz darauf, es so weit gebracht zu haben. Wie, wenn nun der gedankliche Inhalt von heute zu dem von früher nicht wesentlich zugenommen, wenn die Breite des Stromes auf Kosten der Tiefe sich vergrößert hätte? Wenn eben diese Breite uns die Fähigkeit geschmälert hätte, ernsthaft seine Tiefe zu prüfen? Oder, wenn

auch dieser Strom nicht einmal existirte, wenn er nur bestände aus einer Anzahl schmaler und dünner Wasserfäden, die, nur in der Ferne gesehen, das täuschende Bild eines Stromes gewähren, die aber in Wirklichkeit, in keinem tiefern Bette vereinigt, in dem Sande zu versickern drohen?

Ich muss es dem geneigten Leser überlassen, diese Fragen im Verfolge meiner Darstellung auf ihren Werth oder Unwerth zu prüfen und wende mich zu dem Manne, dessen Leistungen in diesem Capitel besprochen werden sollen, zu Laurent.

Was Dumas nur zur Hälfte war, ist Laurent ganz. Wo Dumas, beherrscht von der Gewalt einer lebendigen That-sache, beherrscht von einer classischen Gegenwart unschlüssigen Geistes Halt machte, geht Laurent, nur belehrt von ihm, unverweilt vorwärts. Was selbst Dumas zu heilig war, sucht Laurent in dem Chaos seiner Phantasie zu begraben. Wenn Dumas seine Typen nur ästhetisch*) begründet, so greift Laurent nach Bildern, welche der Botanik, der Zoologie und der Krystallographie entlehnt sind; aber er ist dabei so wenig Zoolog oder Botaniker, als Dumas Aesthetiker. Das Dunkel, in welches für ihn diese Wissenschaften gehüllt sind, erscheint ihm nur geeignet, das Düster seines chemischen Geistes zu verbergen.

Seit langem schon glaubte ich eine gewisse Aehnlichkeit in der Behandlung der Botanik, wie sie durch Linné und seine Nachfolger und in der Auffassung der Chemie, sowie sie durch Dumas, Laurent u. s. w. angebahnt wurde, zu bemerken. Ferner gebraucht Laurent, wie wir sehen werden, mit Vorliebe botanische Bilder, um daran seine Ideen über Chemie zu entwickeln. Obwohl mir das Unpassende seines Vorgehens klar war, so hielt ich es doch für meine Pflicht zu untersuchen, in wie weit diese Bilder an sich zutreffende seien. Sachs' treffliche Geschichte der Botanik gab mir die beste Aufklärung. Ich fand nicht nur die eben berührte Aehnlichkeit zwischen Laurent und Linné in den wesentlichen Punkten bestätigt,

*) Siehe meine „Grundlage der modernen Chemie“, S. 86.

ich fand auch, dass Laurent's botanische Bilder dem Geiste dieser Wissenschaft gar nicht entsprechen, dass sie nichts sind als scholastische Distinctionen, wesenlose Spitzfindigkeiten.

Aber auch sonst fand ich in Sachs' Werke eine Fülle geistvoller Bemerkungen. So möchte ich insbesondere die Methode von Dumas und Laurent als Scholastik bezeichnen; es geschieht dies, wie ich glaube, in Anwendung folgender Definitionen.

„Das Wesen echter Naturforschung“, sagt Sachs, „liegt darin, aus der genauen und vergleichenden Beobachtung der Naturerscheinungen nicht nur überhaupt Regeln abzuleiten, sondern diejenigen Momente aufzufinden, aus denen der causale Zusammenhang, Ursache und Wirkung, sich ableiten lässt. Indem die Forschung nach dieser Methode verfährt, ist sie genöthigt, die vorhandenen Begriffe und Theorien beständig zu corrigiren, neue Begriffe und neue Theorien aufzustellen und so unser Denken dem Wesen der Dinge immer mehr anzupassen; der Verstand hat nicht den Objecten, sondern die Objecte haben dem Verstande Vorschriften zu geben. Genau in entgegengesetzter Weise verfährt die aristotelische Philosophie und ihre mittelalterliche Form, die Scholastik; bei ihr handelt es sich eigentlich gar nicht darum, durch die Forschung neue Begriffe und neue Theorien zu gewinnen, denn diese stehen ein für alle Mal fest; die Erfahrung muss sich dem fertigen Gedankensystem fügen; was sich nicht fügt, wird dialectisch so lange gedreht und gedeutet, bis es scheinbar in das Ganze hineinpasst. Die geistige Arbeit auf diesem Standpunkte besteht ganz wesentlich in diesem Drehen und Wenden der Thatsachen, denn die ganze Weltanschauung selbst ist fertig und braucht nicht geändert zu werden. Erfahrung in dem höheren Sinne der Naturforschung wird dadurch unmöglich gemacht, dass man die letzten Gründe der Dinge sämmtlich zu kennen glaubt; diese letzten Gründe und Principien der Scholastik aber sind im Grunde nur Worte mit äusserst unbestimmter Bedeutung, ihr Sinn besteht in Abstractionen, die aus der alltäglichen, nicht wissenschaftlich geläuterten, daher schlechten Erfahrung sprungweise abgeleitet

sind; und je weiter die Abstraction getrieben ist, je weiter sie sich von der Erfahrung entfernt, desto ehrwürdiger und wichtiger erscheinen diese Abstracta, über welche man sich schliesslich, jedoch wieder nur durch Bilder und Metaphern verständigen kann. Die Wissenschaft nach scholastischer Methode ist ein Spiel mit abstracten Begriffen, der beste Spieler der, welcher dieselben so untereinander zu verbinden weiss, dass die vorhandenen Widersprüche geschickt verdeckt werden. Wogegen die echte Forschung, sei es philosophische oder naturwissenschaftliche gerade darauf ausgeht, etwa vorhandene Widersprüche schonungslos aufzudecken und die Thatsachen so lange zu befragen, bis unsere Begriffe sich berichtigen und wenn es nöthig ist, die ganze Theorie, die ganze Weltanschauung durch eine bessere ersetzt wird²⁾“.

Ich denke, es bedarf nach dieser Auseinandersetzung nur weniger Worte, um die Bezeichnung moderne Naturscholastik zu rechtfertigen. Freilich leitete Dumas z. B. sein empirisches Gesetz der Substitution nicht aus einer aristotelischen oder platonischen Idee ab; er ging von Erfahrungen aus, die zum kleinen Theil er, zum grösseren andere Naturforscher gemacht hatten. Aber darin, wie er diesem „Gesetze“ die widersprechendsten Thatsachen einzufügen versucht, verfährt er ganz und gar nach Art der Scholastiker. Anstatt kritisch zu untersuchen, ob sich denn alle Thatsachen so zwanglos diesem Gesetze unterordnen, verletzt er Grundsätze der Chemie. Das lebendige Werkzeug der inductiven Forschung, die Erfahrung, erstarrt in seinen Händen sofort zu einem todten Dogma, welches seinem Wesen nach in nichts verschieden ist von den Abstractionen eines Scholastikers. Sein Antihistorismus verleitet ihn sofort mit der ganzen Vergangenheit zu brechen; es ist dies das revolutionäre Element dieser Neoscholastiker, womit sie sich aber den Schein der fortschreitenden Forschung gerettet haben.

Aber immerhin ist in Dumas dieser Scholasticismus noch verdeckt, noch verhüllt; um so nackter tritt derselbe aber hervor in Laurent, dem Schüler Dumas'. „August Laurent ward am 14. November 1807 in La Folie, in der Nähe von

Langres geboren. In seinem 19. Jahre trat er, ohne in der Anstalt selbst zu wohnen (als élève externe) in die Ecole des mines ein, die er drei Jahre später mit dem Ingenieursdiplom verliess. Im Jahre 1831 wurde er zum Repetenten für die chemischen Vorlesungen an der Ecole centrale des Arts et manufactures ernannt. Der Professor der Chemie war Dumas und er führte den jungen Laurent in die organische Analyse ein. Laurent beschäftigte sich zuerst damit, die Zusammensetzung des Naphtalins, das er aus dem Steinkohlentheer darstellen lehrte*), festzustellen. So führte ihn eine glückliche Fügung der Umstände sofort auf diese Verbindung, die durch Beständigkeit und Wandlungsfähigkeit in gleichem Maasse ausgezeichnet, später den Hauptgegenstand seiner Forschung ausmachen sollte³⁾“.

Soweit Wurtz; ich kann auch hier nicht finden, dass Laurent besonders günstige Umstände bei Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn zur Seite standen; ebenso wenig als ich es früher für ein seltenes Glück und Verdienst ansehen konnte, dass Dumas die Gesetze der Substitution bei Erforschung eines Falles entdeckte, wo sie nicht zur Wirkung kamen. Ich finde im Gegentheil, dass es für Laurent und für die Wissenschaft ein Unglück war, von Dumas in die organische Chemie eingeführt und sofort mit den Substitutionserscheinungen bekannt zu werden, deren Deutung den Inhalt seines ganzen Lebens ausmachen sollte. Sowie Dumas diese Erscheinungen auffasste, standen sie einmal im Widerspruche mit dem herrschenden System und Laurent hat vielleicht aus diesem Grunde versäumt, demselben ein eingehenderes Studium zuzuwenden. Wie dem auch sei: nachweisbar ist, dass Laurent jeden Anknüpfungspunkt an die classische Periode vermeidet, dass ihm jedes Verständniss für ihre Vertreter fehlt.

Aus seinen Erfahrungen allein errichtet er ein System; an Phantasie überragt hier Laurent Dumas bedeutend; der Meister selbst hat es nicht verschmäht, wesentliche Principien

*) Das Naphtalin wurde von Garden 1820 im Steinkohlentheer entdeckt und zuerst von Kidd 1821 näher beschrieben. Laurent gab nur ein verbessertes Verfahren seiner Darstellung an.

dieses Systems bei dem Schüler zu entlehnen; er that dies aber ohne das Anrecht desselben in offener, loyaler Weise anzuerkennen. Es ist das eine wenig rühmliche Geschichte; man hat es bis jetzt vermieden derselben näher zu treten, wie es scheint aus Rücksicht für Dumas, der darin keine beneidenswerthe Rolle spielt. Berzelius erwähnt diese Angelegenheit in seinem Jahresberichte mit folgenden Worten: „Laurent und Baudrimont haben gegen Dumas Prioritätsreclamationen gemacht. Die Anlässe dazu gehören zur Schattenseite der Geschichte der Wissenschaft, nicht zu einem Berichte über die Fortschritte der Wissenschaft, und müssen hier übergangen werden. Laurent hat die Substitutionstheorie mehrere Jahre in dem Geiste vertheidigt, worin sie später von Dumas genommen worden ist⁴⁾.“

Indess verweisen wir die Schattenseite in die Anmerkungen⁵⁾ und wenden wir uns im Texte zu dem Lichte, welches der Wissenschaft aus der Classification chimique leuchtet.

Laurent beginnt in folgender Weise⁶⁾:

„Lorsque l'on considère le nombre des substances organiques qui ont été découvertes depuis une dizaine d'années, la rapidité croissante avec laquelle les chimistes en découvrent chaque jour de nouvelles; lorsque l'on voit qu'avec un seul carbure d'hydrogène (la naphtalin) et le chlore on a pu faire une centaine de nouveaux composés, et qu'avec chacun de ceux-ci on peut en faire un grand nombre d'autres; enfin, lorsque l'on voit qu'il n'existe aucun système pour classer cette multitude de corps, l'on se demande avec inquiétude, s'il sera possible, dans quelques années, de se diriger dans le labyrinthe de la chimie organique.

Tout le monde demande sinon une méthode, au moins un système artificiel qui puisse faciliter l'étude. Mais personne n'ose aborder ce sujet, car on ne sait sur quelle base il faut asseoir ce système, pour ne pas craindre de tomber dans les inconvénients du dictionnaire ou de l'arbitraire.

Le temps est-il venu d'établir une méthode, et cette entreprise n'est-elle pas téméraire dans l'état actuel de la science?“

Der Grund des Unternehmens von Laurent ist klar: Das Naphtalin und seine zahlreichen Derivate — er hatte einen grossen Theil derselben selbst dargestellt, freilich befanden sich auch viele geträumte darunter — verlangen eine Eintheilung. Aus einem Kohlenwasserstoff kann man durch Chlor hundert andere erhalten und aus diesen wieder andere. Die organische Chemie wird zum Ausgangspunkt jeder Betrachtung gemacht. Die Erzeugung von organischen Verbindungen und die Classification derselben wird nun die Aufgabe dieser Chemie. Ihr Charakter ist damit in wenig Worten vorhergesagt und bestimmt: ein schreckenerregendes Heer von organischen Verbindungen, die nach irgend einer Schablone classificirt werden, die Absorption der gesammten Chemie durch die Chemie der Kohlenstoffverbindungen.

Berzelius hatte Verbindungen erzeugt, um dadurch das Wesen einer chemischen Verbindung zu erkennen. Laurent stellt Verbindungen her, um Verbindungen zu haben oder um sie classificiren zu können. Berzelius und seine Nachfolger stehen zu Laurent und zu seinen Nachbetern in demselben Verhältniss wie die Physiologen der heutigen Botanik zu den Linnéisten oder Floristen⁷⁾.

Von seiner Eintheilung behauptet Laurent, dass sie zwar nicht den zukünftigen Stand der Wissenschaft darstelle — wie bescheiden! — wohl aber, dass sie fähig sei, sich den neuen Thatsachen anzupassen:

„La classification que je présente aujourd'hui n'est pas, je le crois, le résultat d'un aperçu rapide et passager. J'y travaille depuis plusieurs années; je l'ai graduellement développée et modifiée, mais toujours en travaillant sur la même base. Je ne la donne cependant pas comme un plan définitif, représentant l'état futur de la science, mais comme exprimant simplement son état actuel et comme susceptible de se modifier graduellement pour s'adapter aux nouveaux faits.“

Die gegenwärtige Eintheilung genügt Laurent nicht; er erläutert dies an dem ätherischen Oel von *Gaultheria procumbens*, welches man den verschiedensten Classen einordnen könne:

„Dans presque tous les Traités de chimie, les acides sont rangés dans une classe. Celle-ci se devise en acides azotés, non azotés, artificiels, naturels etc. Un autre classe renferme les bases, une autre les essences, une autre les corps gras. Les matières colorantes, les résines, les éthers, les produits de l'action du feu, de la putréfaction, de l'acide nitrique etc., sont rangés dans autant de classes particulières.

Si nous considérons l'huile de Gaultheria comme une essence, nous la rangerons dans la seconde classe; comme acide, nous la rangerons dans la première. En qualité de produit naturel, nous la classerons dans la première sous-division; mais, attendu qu'on peut la préparer artificiellement, on peut la mettre dans la seconde sous-division. Considérée comme un sel de méthyle, nous la placerons dans les éthers.

Si, comme quelques auteurs, nous rangerons dans un même groupe les corps qui s'obtiennent les uns par les autres, l'huile de Gaultheria devra se mettre, soit après l'indigo dans les matières colorantes, soit après la salicine, soit encore après l'esprit-de-bois, au milieu des produits pyrogénés du bois. Il en est de même de l'acide picrique, que l'on peut mettre à côté de la soie ou de la houille, à côté de l'indigo ou de la créosote.

Veut-on suivre rigoureusement un principe de classification dans toutes ses conséquences, mettre, par exemple, tous les acides dans une classe, toutes les bases dans une autre, toutes les matières colorantes dans une troisième etc. Qu'apprenons-nous à l'aide de ce système? qu'un acide est un acide; qu'une base est une base; qu'une matière colorante colore, ... et rien de plus.“

Es liegt etwas Wahres in dem Bilde, welches Laurent hier aufrollt: in den damaligen Lehrbüchern mochte die Classification noch etwas bunter aussehen, wie in den heutigen. Gleichwohl aber führt die objective Prüfung der angeführten That-sachen nicht zu einer Laurent'schen Classification. Laurent hat vergessen, sich die Frage vorzulegen, von welchen Momenten eine Eintheilung bestimmt werde. Ich will versuchen, dies an einem allgemeineren Beispiel nachzuweisen.

Im Jahre 1811 sprach Berzelius es als ein Merkmal der anorganischen Verbindungen aus, dass sie stets eine binäre Gliederung zeigten, während die organischen Verbindungen ternär und quaternär zusammengesetzt seien. Das Sumpfgas und das ölbildende Gas rechnete man desshalb als aus nur zwei Elementen bestehend zu den anorganischen Verbindungen. Das in den Pflanzen erzeugte Terpentinöl sowie das Erdöl betrachtete man dagegen als organische Verbindungen. Nun zeigte 1817 Saussure, dass ersteres nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehe. Dasselbe zeigte 1818 Houton-Labillardière für das Erdöl. Das unterscheidende Merkmal war damit hinfällig geworden.

Vom Jahre 1818 an überträgt Berzelius die auf dem Boden der anorganischen Chemie gewonnenen Vorstellungen auch auf die organische: er sucht auch hier eine binäre Gliederung nachzuweisen; so definirt er z. B. alle anorganischen Sauerstoffverbindungen enthalten ein einfaches Radical (Element), alle organischen sind Verbindungen eines zusammengesetzten Radicals mit Sauerstoff; Säuren mit zusammengesetztem Radical sind identisch mit Säuren organischen Ursprunges. Die Entdeckung des Cyans durch Gay-Lussac 1815 als eines Atomcomplexes, welcher nach Art der Elemente von einer Verbindung in die andere übertragen werden kann, hatte diese Vorstellung entwickelt.

Im Jahre 1832 veröffentlichten Wöhler und Liebig ihre Untersuchungen über das Bittermandelöl und die Benzoesäure; sie nahmen darin ein sauerstoffhaltiges Radical, das Benzoyl, an; der Begriff Radical war damit erweitert und zugleich befestigt, Berzelius und Liebig definirten nun die organische Chemie als die Chemie der zusammengesetzten Radicale⁴). Als man später in der anorganischen Chemie, namentlich unter dem Einfluss der Typentheorie, ebenfalls Radicale annahm, wurde der Begriff Radicale so erweitert, dass er zur Unterscheidung der organischen von der anorganischen Chemie nicht mehr genügte. Man bezeichnet jetzt die organische Chemie als die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, die anorganische als die Chemie der übrigen Elemente.

Was ist daraus zu sehen? Dass die unterscheidenden Merkmale, deren Zusammenfassung ein System bilden, keine absoluten sind, sondern schwankende, die mit der Ausbildung der Wissenschaft sich verändern. Wenn also Laurent versprach, ein System zu schaffen, welches sich allen neuen Thatsachen anpassen könnte, so hat er sich nicht allein in der Leistungsfähigkeit seines Systems, sondern der Systeme überhaupt getäuscht. Ein einziger Blick auf die Geschichte der Wissenschaft hätte ihn darüber belehren müssen. Ein System ist nicht ein äusserliches Ding, sondern hat den Charakter seiner Zeit zu tragen.

Ein einziger neuer Gesichtspunkt eingeführt, und eine Classe oder Unterabtheilung verschwindet; keinem Chemiker wird es heute mehr einfallen, zwei sonst zusammengehörige Verbindungen desshalb zu trennen, weil die eine nur als Naturproduct bekannt ist, die andere künstlich dargestellt wurde; die schon im Jahre 1828 durch Wöhler gelungene Herstellung des Harnstoffs bewies, dass die Abstammung als Eintheilungsmerkmal unwesentlich ist. Im Uebrigen übertreibt Laurent. Welcher Chemiker und aus welchem Grunde könnte das salicylsaure Methyloxyd dem Indigo anreihen? Etwa desshalb, weil der Indigo bei dem Schmelzen mit Kalihydrat Salicylsäure bildet? Da könnte man ja auch die Kohlensäure und das Ammoniak erst nach dem Harnstoffe betrachten. Ebensowenig wird man das salicylsaure Methyloxyd in Mitte der empyreumatischen Producte des Holzes versetzen können; denn sowie die Natur des Methylalkoholes erkannt war — wir verdanken dieses den Arbeiten Dumas' und Peligot's 1835 — war ihm auch seine natürliche Stellung angewiesen. Die durch trockene Destillation entstandenen Producte hat man immer nur so lange zusammengestellt, als man über ihre Natur nicht im Klaren war. Die Abstammung ist und war niemals ein wesentliches Eintheilungsprincip.

Wenn Laurent dagegen die Eintheilung der Verbindungen in Säuren, Basen u. s. w. als unwesentlich erachtet, weil man daraus nichts weiter lerne, als dass eine Säure eine Säure u. s. w.

ist, so beweist dies nur treffend, wie sehr ihm die Eigenschaften eines Systematikers abgehen. Es ist dies gerade der wichtigste und einschneidendste Unterschied. Folgende Stelle unseres Historikers Kopp erläutert dies zur Genüge: „In wenigen Abschnitten der Chemie zeigt sich eine Aufeinanderfolge so entgegengesetzter und widersprechender Ansichten, als in denen über Säure, Alkali und Salz. Die Eintheilung dieser Körper, die Feststellung der Merkmale einer jeden Classe, die Frage nach der Entstehung derselben, die Erforschung der Ursachen, auf welchen die auszeichnenden Eigenschaften jeder Classe beruhen, beschäftigte die Chemiker lange und vielfach; jeder Schritt, welcher in der theoretischen Erkenntniss dieser Substanzen vorwärts gethan wurde, musste durch harten Kampf gegen lange gehegte Vorurtheile erstritten werden, und als das Resultat aller dieser Bemühungen sehen wir jetzt, dass in Betreff der wichtigsten Fragen heute noch keine definitive Entscheidung erfolgt ist, dass stets nur Widersprüche sich erhoben und geltend zu machen wussten, so oft man auch über die bedeutendsten theoretischen Probleme zu ganz befriedigend scheinenden Ansichten gekommen zu sein glaubte^{s)}.“

Freilich kann man nicht den Säuren und Basen als eine gleichwerthige Classe die Farbstoffe anreihen; denn der Begriff der letzteren ist zunächst kein aus chemischen Thatsachen geschöpfter, sondern ein aus der Anwendung hervorgegangener. Stellt deshalb ein Systematiker eine solche Classe auf, so wechselt er das Eintheilungsprincip und es kommen dann Stoffe nebeneinander zu stehen, die durch ihre chemische Natur getrennt sind. Manche Farbstoffe sind Glykoside, andere sind Säuren, wieder andere Basen oder Salze oder auch indifferente Stoffe. Uebrigens kann auch eine solche Classe aus praktischen Gründen als zulässig erachtet werden: man vereint eben dann dort diejenigen färbenden Substanzen, deren chemische Natur noch nicht aufgeheilt ist. Immer aber geht hervor, dass die Systematik von der Entwicklung nicht zu trennen ist.

Vollständig unklar wird Laurent in dem Folgenden:

„Lorsqu'un naturaliste nous dit qu'une espèce qu'il vient de découvrir doit être rangée parmi les animaux mammifères, ce seul mot équivaut pour nous à une description détaillée. Nous savons non seulement qu'il a des mamelles, mais qu'il a une colonne vertébrale, le sang rouge et chaud, un coeur double, deux yeux, deux oreilles etc.

Il n'en est pas de même des classifications chimiques, elles nous apprennent uniquement ce qu'exprime le sens littéral du titre.“

Wie, bilden nicht die Säugethiere eine so natürliche Classe in der Zoologie, wie die Säuren in der Chemie; ist nicht in beiden Fällen durch die blosse Bezeichnung die Natur der beiden Classen bis zu einem gewissen Grade allgemein bestimmt? Wenn nun in dem Begriffe Säugethier mehr Merkmale enthalten sind, wie in dem Begriffe Säure, hört dadurch die Berechtigung des letztern auf; oder sollen wir nicht vielmehr bemüht sein, denselben zu einem inhaltsvollern zu gestalten? Hat der Chemiker bei seiner Eintheilung etwas anderes in das Auge zu fassen als der Zoologe, der das zusammenstellt, was zusammengehört? Laurent behauptet das:

„Le principe qui domine dans les classifications des autres sciences consiste à rapprocher les corps suivant leur ressemblance. Voyons si ce principe est applicable à une classification chimique, et s'il est permis de placer l'un à côté de l'autre les corps qui se ressemblent le plus.

La plupart des substances chimiques ont, pour ainsi dire, une double face, et, selon celle de ces deux faces que l'on prend comme terme de comparaison, l'on est forcé de choisir entre deux classes tout à fait opposées. Prenons comme exemple le sulfate de potassium. Envisagé comme un composé sulfurique, on doit le placer à côté des sulfates sodique, lithique etc. Considéré comme un sel de potassium, il faudra le ranger parmi les combinaisons de ce métal, à côté du séléniate, du tellurate etc. Mais alors il se trouve considérablement éloigné des sulfates de sodium, de lithium, de barium etc.

Ces considérations m'ont amené à me demander si le caractère de ressemblance est véritablement celui qui possède la plus grande valeur en chimie.“

Dies ist der Grund, warum nach Laurent die Verbindungen nicht nach ihrer Aehnlichkeit zusammengestellt werden dürfen; Niemand sieht ihn ein: denn, wenn man zwei gebahnte Wege gehen kann, ist es dann verständig, aus ganz unklaren Gründen einen ungebahnten zu suchen, der in die Irre führen kann? Berzelius hat in seinem mustergültigen Lehrbuche die Säuren und Basen getrennt betrachtet; erstere im Anschluss an die Metalloide, letztere im Anschluss an die Metalle; er giebt hierauf eine allgemeine Charakteristik der Salze nach ihrem negativen Bestandtheil, um dann zur speciellen Beschreibung der Salze überzugehen. In alle Lehrbücher ist mit unwesentlichen Modificationen diese Anordnung des Stoffes übergegangen und sie hat sich stets bewährt. Eine Classification kann ja gegenwärtig nichts anderes anstreben, als die chemischen Verbindungen übersichtlich und nach einem einheitlichen Plan zusammenzustellen. Ob man die Säuren mit ihren Salzen oder die Basen mit ihren Salzen zusammenstellt, oder Säuren und Basen getrennt betrachtet: das ist eine vollständig gleichgültige Sache.

Was Laurent von Gründen anführt, welche der Chemie selbst entnommen sind und welche die Nothwendigkeit einer Classification darthun sollen, findet sich in dem Vorstehenden angeführt und auf seine Stichhaltigkeit geprüft; dieselben sind nicht der Art, dass sie uns mit seinem Vorgehen befreunden konnten; manche derselben lassen sogar ersehen, dass ihm alle Eigenschaften eines Systematikers abgehen. Laurent scheint das auch gefühlt zu haben; er sucht nun seine unklaren chemischen Begriffe durch Bilder oder Fictionen zu ergänzen, die er anderen Wissenschaften andichtet; so sagt er:

„Qu'on me permette de supposer, pour un instant, que les espèces du règne végétal ont été fractionnées de manière que leurs diverses parties, racine, tige, bourgeon, feuilles, pétales, étamines et graines, se trouvent dispersées à la surface du globe. Un botaniste ira-t-il ramasser tous les racines pour les

mettre dans une même classe, ranger toutes les feuilles dans une autre, toutes les étamines dans une troisième? Non, sans doute, car l'observation et la culture lui apprendront que certaines tiges engendrent certaines bourgeons et certaines feuilles, que ces feuilles se modifient et se transforment en feuilles calicinales, étamines ou carpelles d'une certaine nature, que ces carpelles engendrent des graines d'une structure spéciale qui, à leur tour, reproduisent la tige et les autres organes. Il serait nécessairement conduit à grouper en un seul tous ces êtres en apparence si disparates; or c'est précisément ce qu'a fait la nature dans la création des espèces végétales."

Hier zeigt sich nun das scholastische Element in Laurent auf das augenscheinlichste. Würden wir statt vollständiger Pflanzen nur Wurzeln, Stämme, Knospen, Blumenblätter, Staubblätter u. s. w. getrennt vorfinden, so würden wir wahrscheinlich diese verschiedenen Organe als verschiedene Pflanzen auffassen und wohl auch aufzufassen haben; es würde uns nicht einfallen, sie zusammenzufassen und daraus eine Pflanze, so wie wir sie kennen, zu construiren. Freilich würde das Laurent nicht gelten lassen; denn er will eben seine grundlose Fiction mit den wirklichen Verhältnissen zusammengereimt wissen. Seine Fragestellung ist allgemein und kurz die: wie würden wir zu entscheiden haben, wenn ein möglicher Fall mit einem unmöglichen zusammenträfe? Fragen der Art aber zu entscheiden ist nicht Aufgabe der Naturwissenschaft, sondern der Scholastik; wir entziehen uns der Beantwortung, indem wir die Frage selbst als eine ungereimte, sinnlose zurückweisen. Im Uebrigen hat die Natur sehr weise gehandelt, dass sie nicht auf Naturforscher von dem Schlage Laurent's gewartet, sondern dass sie selbst die Pflanzenorgane zu einer Pflanze vereinigt hat; dieselben würden es sicher gemacht haben, wie jener Bauer; und nimmermehr würden wir ruhen in dem Schatten einer deutschen Eiche — aus Furcht, von den darauf hängenden Kürbisen erschlagen zu werden.

Unter dem Einflusse einer so verschrobenen Vorstellung schreibt nun Laurent weiter:

Je me suis demandé s'il ne serait pas conforme au véritable esprit de la science de grouper les substances chimiques en agrégations dont les diverses parties, disparates au premier coup d'oeil, mais s'engendrant réciproquement, représenteraient, dans leur ensemble (qu'on me passe l'expression) de véritables arbres chimiques.

Supposons notre arbre chimique constitué, il est évident que certaines parties qui le composent n'ayant pas plus de ressemblance entre elles qu'une feuille de chêne n'en a avec un gland, l'étude de cet arbre sera assez difficile, puisque, après avoir étudié un objet, nous passerons à une autre, avec lequel il n'a souvent qu'un rapport de filiation. Mais l'étude de notre premier arbre une fois achevée, si nous plaçons à côté de lui l'arbre auquel il ressemble le plus, l'étude de celui-ci deviendra très-facile; car, pour ne pas sortir de notre comparaison, nous savons déjà ce que c'est qu'une tige, un bourgeon, une feuille etc., et comment ces parties se métamorphosent les unes dans les autres.

Le principe de la génération mutuelle une fois posé pour une classification chimique, je dois m'expliquer sur ce que j'entends par génération chimique.

Lorsque l'on traite un composé par certains agents, il peut y avoir ou generation, ou destruction. Il y a génération quand un corps provient d'un autre corps et peut, à son tour, engendrer celui-ci; tel est l'acide acétique qui donne de l'acide chloracétique avec lequel on peut refaire l'acide acétique. Il y a destruction dans le cas contraire: ainsi la benzine est un produit de destruction de l'acide benzoïque.

Die Vorstellungen, die nun Laurent hier entwickelt, sind nun in so hohem Grade verworren, dass es vielleicht eine vergebliche Mühe ist nachweisen zu wollen, in welch' eigenthümlicher Weise sie sich in seinem Gehirne zusammengeknäult haben. Vorhin haben wir gesehen, dass die Körper der Chemie nach ihrer Aehnlichkeit nicht vereint werden dürfen. Er fingirt nun eine Pflanzenwelt, in welcher die Organe jeder einzelnen Pflanze zerstreut sind, und meint nun durch Beobachtung und

durch Cultur würde man finden, dass gewisse Samenkörner u. s. w. gewisse Stämme und die anderen Organe hervorbringen; das nennt nun Laurent Generation.

Nun sehen wir aber in der Natur, dass aus Gleichem immer nur Gleiches hervorgeht, niemals Ungleiches aus Ungleichem; aus einer Eichel entspriesst immer nur ein Eichbaum, niemals eine Buche, aus einem Kürbiskern immer nur ein Kürbis und niemals eine Banane. Die Generation als Eintheilungsprincip gesetzt wird also genau dazu führen, Gleiches zu Gleichem und Aehnliches zu Aehnlichem zu stellen und somit zu dem, was Laurent in der Chemie nicht gelten lassen will.

Es ist also eine bloße Täuschung, wenn man glaubt, Laurent denke bei seinen Bildern oder Abstractionen im Sinne der Wissenschaft, welcher er sie entlehnt. Laurent sucht in der That nur nach einem Wort, um damit einen fremden oder unklaren Begriff einzuschwärzen; es ist wohl zuzugeben, dass dies nicht aus Absicht, sondern aus Unwissenheit oder Unklarheit geschieht.

Generation im Sinne der Zoologie oder Botanik ist nun etwas total Verschiedenes von dem, was der Chemiker darunter verstehen kann; erstere lehrt, dass aus Gleichem immer nur Gleiches oder wenigstens nur Aehnliches, im Sinne der Descendenztheorie, entsteht. Durch chemische Einwirkung entsteht aber aus Gleichem Ungleiches; so entsteht aus dem Alkohol durch Oxydation Essigsäure, eine Verbindung, die von ersterer ihrem ganzen Wesen nach verschieden ist; dennoch wird Laurent das eine Generation nennen, er rechnet beide zu demselben *arbre chimique*.

Je armseliger und ungereimter sich nun die Hypothesen Laurent's bei näherer Besichtigung erweisen, um so fruchtbarer zeigt sich seine Phantasie, neue zu erfinden. So sagt er einige Zeilen weiter:

Que l'on me permette de poursuivre la comparaison que j'admettais tout à l'heure. Je demanderai si, indépendamment de la génération ou de la métamorphose, un botaniste ne pourrait pas reconnaître que deux parties isolées, une feuille et un

pétale, par exemple, appartiennent à une même plante. La chose serait sans tout difficile aujourd'hui; mais ne peut-on pas pressentir que, à l'aide d'une dissection plus parfaite, on pourra parvenir un jour à reconnaître que toutes les parties d'une même plante renferment quelque chose de commun, un embryon, une cellule mère, dont la présence dans tous les organes permettra de concevoir, pourquoi tous ces organes peuvent se métamorphoser les uns dans les autres.

Was Laurent hier unter der Mutterzelle versteht, ist unschwer zu ersehen: es ist nichts anderes als ein materialistisch gefasster Ausdruck für Pflanzenseele; er versteht darunter ein bildendes Princip, welches allen Organen derselben Pflanze gemeinsam ist. Auch hier knüpft Laurent wieder nur zum Scheine an die damaligen Resultate der physiologischen oder anatomischen Botanik an; in Wirklichkeit ist seine cellule mère nichts anderes als das *cor Caesalpini*⁹⁾; und handelt es sich auch hier nur wieder um die Einführung eines neuen Wortes, dessen Begriff Laurent aus chemischen Thatfachen nicht zu begründen vermag. Die nächsten Zeilen lassen hierüber keinen Zweifel bestehen.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, j'ai cherché s'il n'existerait pas dans toutes les parties d'un même arbre chimique quelque chose d'analogue à cette cellule mère, en un mot, un noyau commun à tous les composés d'une même série; noyau qui permettrait de concevoir pourquoi ces composés peuvent s'engendrer réciproquement.

Die chemische Welt aber, die damals sich in vollem Flusse der classischen Periode befand, die erleuchtet und genährt wurde von dem Lichte, das ein Berzelius, ein Liebig, ein Gay-Lussac und andere Forscher ersten Ranges ausstrahlten, konnte solche Speculationen als nichts anderes ansehen, als was sie waren — als Träumereien; Laurent weiss das und es scheint ihm eine Art Genugthuung zu bereiten, sich in offenem Widerspruch mit derselben zu befinden; so sagt er mit anerkennenswerther Offenheit:

„Depuis dix ans que je poursuis cette idee, j'ai constamment vu les faits venir peu à peu l'appuyer; cependant, jusqu'à ce jour, on l'a regardée comme une rêverie digne d'accompagner les idées que j'ai émises sur le rôle, que les corps halogènes jouent dans les composés organiques; mais j'espère qu'elle aura le même sort que ces dernières.“

Die Existenz der Kerne, die auf der so unklaren Vorstellung fusst, welche er sich von der Pflanzenzelle gebildet hatte, auf chemische Thatsachen zu gründen, hat Laurent meines Wissens niemals versucht. In der vorliegenden Abhandlung entzieht er sich dieser Pflicht durch folgende Phrase:

„En tout cas comme il ne s'agit pas maintenant de prouver l'existence de ces noyaux, mais seulement d'exposer un systeme, je supposerai, pour un instant, que l'on reconnait leur existence.“

Aber allgemein bekannt ist, wie er den Begriff der noyaux durch ein „geometrisches“ Bild zu versinnlichen suchte. Es ist das folgende; Laurent gab es in seiner thèse de docteur, welche er am 20. December 1837 vor Dumas, Dulong, Beudant und Despretz vertheidigte. Was Laurent damals als radical bezeichnete, nannte er später noyau. Er sagt:

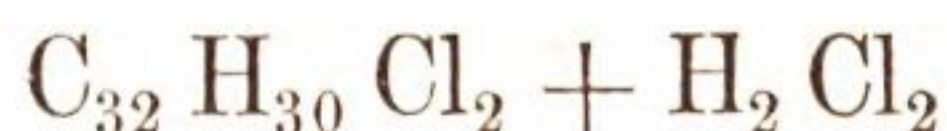
„Pour mieux faire comprendre ma théorie, je traduirai ma pensée par une figure géométrique. Que l'on imagine un prisme droit à 16 pans, dont chaque base aurait par consequent 16 angles solides et 16 arêtes; plaçons à chaque angle une molécule de carbone, et au milieu de chaque arête des bases une molécule d'hydrogène; ce prisme représentera le radical fondamental ou $C_{32}H_{32}$. Suspendons au-dessus de chaque base des molécules d'eau, nous aurons un prisme terminé par des espèces de pyramide; la formule du nouveau corps sera $C_{32}H_{32} + 2H_2O$.

„Par certaines réactions on pourra, comme en cristallographie, cliver le cristal, c'est-à-dire lui enlever les pyramides ou son eau, pour le ramener à la forme primitive ou fondamentale.

„Mettons en présence du radical fondamental de l'oxygène ou du chlore: celui-ci ayant beaucoup d'affinité pour l'hydrogène en enlèvera une molécule: le prisme privé d'une arête se détruirait,

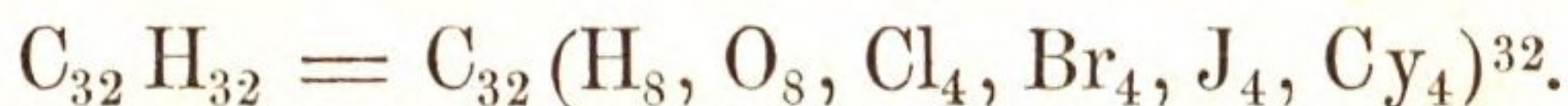
si l'on ne mettait à la place de celle-ci une arête équivalente, soit d'oxygène, soit de chlore, d'azote etc. On aura donc encore un prisme à 16 pans (radical dérivé) dans lequel le nombre des angles solides (atomes de carbone) sera à celui des arêtes (atomes de chlore et d'hydrogène) comme 32 : 32.

„L'oxygène ou le chlore qui ont enlevé l'hydrogène ont formé de l'eau ou de l'acide hydrochlorique; ceux-ci peuvent ou se dégager ou se suspendre en pyramides au-dessus du prisme dérivé; par le clivage, on pourra enlever ces pyramides; c'est-à-dire que par la potasse, par exemple, on pourra enlever la pyramide d'acide hydro-chlorique; mais cet alcali ne pourra s'emparer du chlore qui est dans le prisme, ou bien, s'il le peut, il faudra nécessairement remettre à sa place un autre arête ou un autre équivalent



qui peut être enlevé sans substitution.

„Enfin, on peut imaginer un prisme (radical dérivé) qui, pour 32 angles de carbone, renfermerait 8 arêtes d'hydrogène, 8 d'oxygène, 4 de chlore, 4 de brome, 4 d'iode et 4 de cyanogène. Sa forme et sa formule seraient toujours semblables à celle du radical fondamental:



Auch dieses Bild ist, nur geometrisch oder krystallographisch genommen, mangelhaft gedacht; denn ein Prisma mit 16 Seiten, dessen Ecken und Kanten durch Kohlenstoff- und Wasserstoffatome in der angegebenen Weise gebildet sind, kann nicht in Combination treten mit einer Pyramide, die nur aus einem oder zwei Molecülen Wasser gebildet ist; wir müssen fordern, dass diese Pyramide analog dem Prisma construiert ist. Ueberhaupt sind die Gesetze, welche die Combinationsfähigkeit der Krystallformen beherrschen, ganz bestimmte und nicht so dehnbare, wie es die Laurent'sche Theorie erfordern würde. Laurent hätte sich darüber am besten Rath erholen können in den Werken seines grossen Landsmannes Haüy, der das Gesetz der Symmetrie und das der Axenveränderung entdeckt hat.

Alle Gründe, mit welchen Laurent seine Classification zu motiviren sucht, sind also nicht der Chemie, sondern anderen Wissenschaften entnommen; aber sie sind niemals in dem Geiste dieser gedacht; man ziehe irgend eine Consequenz daraus und man wird finden, dass Laurent sich darunter etwas ganz anderes vorgestellt hat. Aber selbst wenn seine Analogien richtig, scharf und bestimmt gefasst wären, so wäre noch lange nicht das Verfahren Laurent's gerechtfertigt. Die Wissenschaften haben verschiedene Gesichtspunkte, verschiedene Bestrebungen, verschiedenes Alter und in Folge dessen verschiedene Entwicklung; was also für die eine von fundamentaler Bedeutung ist, kann — und ist es wohl in den meisten Fällen — für die andere nebensächlich sein. Es ist deshalb stets darauf zu sehen, dass eine Wissenschaft nur durch die in ihr liegenden, sie ausmachenden Momente bestimmt werde. Laurent hat dies völlig verkannt.

Unrichtig aber ist es, wenn behauptet wird, die Kerntheorie sei aus der Radicaltheorie hervorgegangen; nur liege darin eine wesentliche Umgestaltung der letztern¹⁰⁾. Laurent begründet seine Theorie überhaupt nicht durch chemische Vorstellungen; wie sollte er dazu kommen, sich durch die Radicaltheorie beeinflussen zu lassen? Freilich ist es eine auf allen Gebieten des Wissens zu machende Wahrnehmung, dass unklaren Köpfen, welche durch glückliche Zufälligkeiten eine ihren wahren Werth beträchtlich übersteigende Bedeutung gewonnen haben, Ansichten unterlegt und anraisonnirt werden, von denen das unbefangene Auge nichts wahrnimmt. Man glaubt, geblendet durch den falschen Glanz ihres Namens, dort etwas suchen zu müssen, wo in Wirklichkeit nichts zu finden ist.

Uebrigens hat die heute maassgebende Beurtheilung Laurent's noch einen andern Grund. Er ist dieser: die sogenannten modernen Theorien enthalten Elemente der scholastischen Denkweise Laurent's und Dumas', aber eingeschränkt und gemildert durch gleichzeitige Aufnahme der richtigen Vorstellungen der Classiker. An die Geschichtsschreibung trat deshalb unbewusst die Nothwendigkeit heran, den Hiatus, der zwischen

den beiden Richtungen herrscht, zu dämpfen; man erreichte dies, indem man dieselben in einen organischen Zusammenhang zu bringen suchte.

Die Classification und eingehende Entwicklung der Theorie Laurent's übergehe ich. Damit man aber nicht glaube, dass ich mich hier eines Unterschleifes schuldig mache, dass ich etwas vorenthalte, was geeignet wäre, meine Behauptungen zu erschüttern, so will ich hier Herrn Wurtz sprechen lassen, der gewiss über Laurent, als dem Mitgründer der französischen Richtung, das bestmögliche Urtheil gefällt haben wird. Herr Wurtz sagt:

„Die Kerntheorie ist der weitgreifendste Gedanke Laurent's. Sie bot ein Mittel dar, eine grosse Anzahl organischer Verbindungen in Gruppen zu ordnen, und Laurent hat dieses vortreffliche Mittel zur Classification in seiner Lehre nicht übersehen und nicht unbenutzt gelassen. Er ordnete die Körper nach Reihen, einem wichtigen Begriff, der hier zum ersten Mal auftritt. Eine Reihe umfasste alle Körper, in denen ein bestimmtes Stammradical oder eins seiner Derivate enthalten ist. Aber unter der Gesamtheit dieser Körper gilt es Sonderungen zu treffen.“

Diese Sonderungen hat aber Laurent nicht gemacht; man denke nur an sein Bild von der cellule mère oder dem arbre chimique. Es ist das nur eine Interpolation des Herrn Wurtz. Dann weiter:

„Obwohl sie ein gemeinsames Band in ihrer Zusammensetzung haben, können sie doch durch die Natur des Radicals verschieden sein, je nachdem dasselbe ein Stammradical oder abgeleitetes Radical ist, sowie auch durch die Zahl und die Natur der Atome, die zum Radical hinzugekommen sind. Sie sind also durch den Typus, dem sie angehören und natürlich auch durch Verhalten und Wirkungsweise verschieden.“

Auch hier interpolirt Herr Wurtz ganz willkürlich; er ist beeinflusst durch die richtigen Vorstellungen Berzelius', von denen Laurent vollständig frei ist. Entsteht durch chemische Einwirkung, durch Oxydation aus einer Basis eine Säure, so

wird Laurent zwischen diesen beiden Verbindungen keinen weitem Unterschied machen, als der Botaniker macht zwischen einer weissen und einer gelben Rose. Zum Beweise citire ich die folgende Stelle:

„Mais à chaque type de tableau précédent, pris comme exemple, nous pourrions rattacher une foule d'espèces et de variétés différentes. Pour cela, nous serons obligé de prendre le contre-pied de ce que font les chimistes, nous réunirons ce qu'ils séparent, et nous séparerons ce qu'ils réunissent. Nous imiterons les botanistes, qui rangent dans l'espèce Rose, la rose blanche, la rose jaune, la rose panachée, et n'attachent aucune importance aux couleurs des pétales, quoique ces couleurs puissent être formées de composés chimiques très-différents les uns des autres, c'est-à-dire que nous accorderons plus d'importance au nombre et à l'arrangement des atomes qu'à leur nature.“

Hier ist offenbar jede Vorstellung von dem Einflusse, den die Natur der Atome auf eine Verbindung ausübt, verschwunden. Der noyau bestimmt alles; die Atome, die zu dem noyau hinzutreten, verhalten sich nur wie der Ast zu dem Stamme; eine Ansicht freilich, die den Chemikern der damaligen Zeit wie Wahnsinn vorkommen musste. Die folgende Stelle aber lässt gar keinen Zweifel aufkommen, dass Laurent es so genommen hat:

„Je réunis dans une même série tous les corps qui, s'engendrant les uns par les autres, renferment le même carbure d'hydrogène; je constitue ainsi un petit arbre chimique ou un tableau qui comprend cinq types fondamentaux. Soit $C_{20}H_{20}$ ce carbure d'hydrogène; on a:

- 1^e type. Le noyau fondamental . . . $C_{20}H_{20}$.
- 2^e type. Le protogénide fondamental . . $C_{20}H_{20} + O_2$.
- 3^e type. Le sel monobasique fondamental $C_{20}H_{20} + O_4$.
- 4^e type. Le sel bibasique fondamental . $C_{20}H_{20} + O_6$.
- 5^e type. Le prometallide fondamental . . $\begin{matrix} C_{20}H_{20} \\ H \end{matrix}$ “

Die Kerne selbst sind nur verschieden durch ihren Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff. Laurent meint es in vollkommenem Ernste, dass nur die Zahl und die Anordnung der Atome das die Verbindungen Charakterisirende sei und es ist nur eine Distinction, welche aus der classischen Schule stammt, wenn man auch von der Natur der Radicale, von der Natur der Atome als etwas die Verbindung Bestimmendes spricht.

Trotz dieser Interpolationen kommt aber Wurtz in seinem Urtheil über den Werth der Laurent'schen Theorie zu demselben Resultate als ich; verschieden sind wir nur in dem Ausdrucke: ich spreche unumwunden und klar aus, was Wurtz verhüllt und beschränkt durch Rücksichten landsmannschaftlicher und congenialer Natur ausdrückt. Wurtz sagt:

„Es lässt sich daher für jede Reihe eine gewisse Zahl von Typen aufstellen, die bei allen übrigen wiederkehren. In der Erfindung dieser Typen hat Laurent sich scharfsinnig und fruchtbar, vielleicht zu fruchtbar bewiesen. Einige dieser Typen, die gewisse Verhaltungsweisen bezeichnen, sind geblieben, andere sind der Vergessenheit anheim gefallen. Noch heute reden wir von Anhydriden, Amidon, Imiden, Amidsäuren, Aldehyden; aber wer denkt noch an Analcide, Halyde, Camphide, Protogenide u. s. w.? Diese Worte sind aus der wissenschaftlichen Sprache verschwunden, denn was sie bezeichneten, war nicht der Erhaltung werth.

„Laurent's Classification, deren Grundlagen wir überblickt haben, war also nur ein genialer Versuch, wie seine Kerntheorie nur als eine vorzeitige Bemühung zu betrachten ist“¹¹⁾.

Der Begriff Element ist bei Laurent, wie wir gesehen haben, vollständig verflüchtigt in den Nebel seiner Classification. Nicht besser ergeht es dem Begriffe Atom. So sagt er:

„Je crois devoir rappeler que toutes mes formules représentent constamment 4 volumes de vapeur, et que j'admets que les atomes sont divisibles en elements dont le nombre et le mode de reunion peuvent faire que le même corps simple se présente tantôt avec certaines

propriétés, tantôt avec d'autres; qu'il entre dans les corps composés, tantôt avec un certain poids, tantôt avec un autre.

Laurent meint also die Anzahl der Elemente bedinge, dass ein Körper bald mit diesem, bald mit jenem Gewichte u. s. w. in eine Verbindung eintreten könne. Wir können aber von keiner Anzahl der Elemente sprechen, wenn wir nicht die Annahme gemacht haben, dass die Elemente sich nach Atomen verbinden, die ein bestimmtes, unveränderliches Gewicht besitzen. Tritt nun ein Körper mit zwei, drei u. s. w. Atomen in Verbindung, so hätte man nach Laurent nicht nothwendig, das zwei-, dreifache u. s. w. Atomgewicht dieses Atoms, sondern möglicherweise auch ein anderes!

Allgemeiner ausgedrückt wäre also nach Laurent $2 \cdot 2$ nicht immer $= 4$, sondern könnte auch sein $= 3, 5, 6!$

Ich frage: kann ein Chemiker sich in grösserer Unklarheit über das befinden, was das Fundament seiner Wissenschaft ausmacht, als Laurent?

Nachdem Kekulé in seinem Lehrbuche der organischen Chemie die Lehre Laurent's und Dumas' in der üblichen, verherrlichenden Weise entwickelt hat, bemerkt er, ich möchte fast sagen höhnend, Folgendes: „Indessen fuhr Berzelius fort, die neue Ansicht mit allen möglichen Mitteln zu bekämpfen. Um die neuentdeckten Thatsachen mit den alten Hypothesen in Uebereinstimmung zu bringen, erfand er mit beispielloser Fruchtbarkeit an Hypothesen für jeden neuen Körper neue Formeln; alle wurden in Paarlinge zerlegt, überall neue Radicale angenommen; fast jede neue Substanz enthielt ein neues Radical. Dabei hielt er ausführlichere Erwähnung der neuen Ansichten in seinem Jahresberichte nicht für der Mühe werth, „weil die Wissenschaft doch keinen Nutzen daraus ziehen würde; weil sie nur Interesse hätten für die blinden Anhänger der Theorie der Metalepsie, dieser wenig wahrscheinlichen Hypothese.“ Er anerkannte die Wichtigkeit der Thatsachen, bisweilen sogar Laurent's Geschick im Experimentiren, bedauerte aber dabei

den Zustand seines Gehirns und gab höchstens zu, dass hier und da eine klare Idee durch den Galimatias durchblicke“¹²⁾.

Ich bin vollständig überzeugt, dass Berzelius so über Laurent gedacht und gesprochen hat, obwohl es mir noch nicht gelungen ist, die hier berührte Stelle aufzufinden; Berzelius konnte der Meinung eines so confusen Kopfes, der Laurent war, einen höhern Werth nicht beilegen. Aber um so betrübender erscheint der Versuch, einem Laurent auf Kosten eines Berzelius Weihrauch zu streuen; der Niedergang, in dem die chemische Forschung in unseren Tagen begriffen ist, konnte sich nicht treffender kennzeichnen.

Es waren von Lavoisier ab in erster Linie Berzelius' unsterbliche Leistungen, durch welche die Chemie eine geordnete, nach den Regeln der inductiven Forschung verfahrenende Wissenschaft geworden ist. Durch Laurent's und Dumas' Scholasticismus aber ist sie in falsche, unwissenschaftliche Bahnen gedrängt worden, ist sie das geworden, was man heute wohl-tönend¹³⁾ als moderne Chemie bezeichnet.

Anmerkungen.

¹⁾ An den Namen Schelling knüpfen sich für Philosophie und Naturwissenschaft die trübsten Erinnerungen. Schelling ist ohne Zweifel unter den ersten zu nennen, welche es zu Stande gebracht haben, dass die Philosophie bei den Naturforschern so in Misscredit gekommen ist. Kolbe erinnert in seinem Nachruf (Journal für praktische Chemie Bd. 116, S. 428 bis 458) daran, dass Liebig sich mit Schellingscher Philosophie befasst und dadurch zwei Jahre als verloren beklagt habe.

Unter den Philosophen der jüngst verflossenen Zeit waren es wohl Ludwig Feuerbach und sein Freund Christian Kapp, welche den verderblichen Einfluss Schelling's klar erkannten und gelegentlich brandmarkten. Kapp widmete ihm eine eingehende Schrift: Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling. Ein Beitrag zur Geschichte des Tages von einem vieljährigen Beobachter, Leipzig 1843, O. Wiegand, und „drängte hier die verschiedenen Wandlungen des christlich gläubig gewordenen Hofphilosophen Friedrich Wilhelm's IV., seinen Abfall von sich selbst, den Humbug seiner angeblichen Vermittlung des Glaubens und Denkens, sowie endlich seine Plagiate aus Jacob Böhme zu einer zerschmetternden Anklage zusammen.“ (Briefwechsel zwischen Ludwig Feuerbach und Christian Kapp, von August Kapp, 1876, S. 11.)

Feuerbach dagegen konnte es niemals über sich gewinnen, Schelling einer eingehenden Würdigung zu unterziehen; er berührt ihn stets nur im Vorübergehen, so namentlich in der Vorrede zur 2. Auflage vom Wesen des Christenthums. Die „neuschellingsche“ Philosophie ist ihm dort die „Philosophie des bösen Gewissens, welche seit Jahren lichtscheu im Dunkeln schleicht, weil sie wohl weiss, dass der Tag ihrer Veröffentlichung der Tag ihrer Vernichtung ist — die Philosophie der lächerlichsten Eitelkeit, welche zu ihren Argumenten nur Namen und Titel hat — die theosophische Posse des philosophischen Cagliostro des neunzehnten Jahrhunderts, der stets nur blauen Dunst vorgemacht hat, nie gehalten, was er versprochen, nie bewiesen, was er behauptet.“

Die Gründe dieses Verhaltens Feuerbach's erfahren wir erst in seinem Briefe an K. Marx (Ludwig Feuerbach in seinem Briefwechsel und Nachlass von Karl Grün, 1874, Bd. I, S. 401). K. Marx hatte alles angewandt, um Feuerbach, „einen so schwer vom Innern zum Aeussern übergehenden Schriftsteller“, zu einer Charakteristik Schelling's zu veranlassen. Aber Feuerbach war namentlich damals „eine ernste, immanente Thätigkeit unerlässliches Bedürfniss“. „Es ist mir,“ sagt er weiter, „folglichs psychologisch unmöglich, auf eine so wesenlose, eitle, transitorische Erscheinung, wie Schelling meinen inhaltsbedürftigen Geist zu richten. Wo nicht die äussere Nothwendigkeit mit der innern zusammenfällt, da kann ich nichts thun, nichts leisten. Wo ich keinen Gegenstand vor mir habe, da kann ich auch keinen Gegensatz bilden.

„Aber zu einer Charakteristik Schelling's ist auch keine Nothwendigkeit vorhanden. Schelling verdankt seinen Ruhm lediglich seiner Jugend. Was Andere erst im Mannesalter erreichen mit Kampf und Mühe, das hatte er schon in der Jugend erreicht, aber eben deswegen auch seine Manneskraft erschöpft. Wenn Andere am Schluss ihres thatenreichen Lebens sagen konnten: was man in der Jugend wünscht, hat man im Alter die Fülle, so kann der Herr von Schelling umgekehrt sagen: Was ich im Alter wünsche, das hatte ich in der Jugend in Fülle — Ehre und was mehr ist als Ehre, Namen, das Vertrauen Anderer zu mir und meinem Talente.

— — — — —
 „Was ist es nun aber, was Schelling noch heute eine scheinbare Bedeutung giebt? Ist er es selbst? Ach, man öffne seine Vorlesungen und man fällt in Ohnmacht vor dem Leichengeruch der Duns Scotischen Scholastik und Jacob Böhm'schen Theosophistik, dieser Nicht-Theosophie, sondern Theosophistik. Es ist der unlauterste und unsauberste Mischmasch von Scholastik, die nach dem Petrus Lombardus riecht, von Theosophismen. Darin liegt also die Kraft und Bedeutung Schelling's. Ausser ihm liegt sie — in denen liegt sie, die, um ihre politischen und kirchlichen Interessen, oder vielmehr Intriguen ins Werk zu setzen, irgend eines Namens eines Philosophen bedurften. Ausserdem würde Schelling noch ebenso — zu seinem Heile — im Dunkeln geblieben sein, wie er es in München war, höchstens in den unterthänigen Köpfen einiger Docenten seinen verwirrenden Spuk fortgetrieben haben.“

Das Uebrige des höchst interessanten Briefes bitte ich an Ort und Stelle nachzusehen.

Indess hat die letzte Gedenkfeier an Schelling satksam bewiesen, dass er längst aus dem Bewusstsein der Mitlebenden geschwunden ist. Wünschen wir, dass er auch aus ihrem Wesen geschwunden sei!

Wenn ich mir hier eine von meinem Gegenstand scheinbar so entfernt liegende Excursion erlaube, so hat dies doch nicht allein seinen Grund in der Verehrung, die ich L. Feuerbach zolle, sondern auch darin, weil ich eine Congenialität zwischen Schelling und manchen Heroen der modernen Chemie zu erkennen glaube. Jugendliche, der tiefern Begründung entbehrende Phantasien wurden auch von diesen auf den Markt geworfen; das männliche Alter wurde vielfach dazu verwendet, diese Jugendsünden zu rechtfertigen. Und mancher von ihnen wird am Abend seines Lebens ausrufen können: Was ich im Alter wünsche, das hatte ich in der Jugend in Fülle! Nomina sunt odiosa.

2) Julius Sachs, Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860. 1875. Oldenbourg. S. 91.

3) Wurtz, Geschichte der chemischen Theorien seit Lavoisier bis auf unsere Zeit. Uebersetzt von A. Oppenheim. S. 68.

4) Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften von Jacob Berzelius. Zwanzigster Jahrgang. 1841. S. 280.

5) Zur Ergänzung des Gesamtbildes von Dumas und Laurent sei es wenigstens in Form einer Anmerkung gestattet, die wesentlichen Punkte dieses Streites hervorzuheben; der Gegenstand desselben ist hinlänglich bekannt und besprochen; über die Rolle aber, welche die Combattanten spielen, kann man verschiedener Meinung sein.

Kopp berichtet hierüber Folgendes: „Unter entschiedener Anzweiflung der elektrochemischen Theorie und der Gültigkeit der auf sie gegründeten Vorstellungen über die Constitution der organischen Verbindungen legte Dumas damals (Comptes rendus T. VIII, p. 609) und ausführlicher 1840 (Comptes rendus T. 10, p. 149) — da unter Anerkennung, dass schon vor der Beibringung entscheidender experimentaler Beweise für die Identität der Rolle des Wasserstoffs und des substituierenden Chlors Laurent diese behauptet habe — in der nun von ihm entwickelten Lehre von den chemischen Typen die Substitutionstheorie im Wesentlichen in Uebereinstimmung damit dar, wie sie von Laurent aufgefasst worden war. Das ihm bezüglich der jetzt besser als früher gewürdigten Erkenntniss zukommende Verdienst glaubte dieser gegen Dumas in weitergehender Weise sich wahren zu sollen; und auch nachher noch stets, noch bei der Abfassung seiner letzten und erst nach seinem Tode veröffentlichten Schrift (Methode de chimie, Paris 1854, p. 241) war Laurent bestrebt, dass das die Substitutionstheorie eigentlich Ausmachende von ihm herrühre, dass dies von dem, auf was Dumas aufmerksam gemacht habe, wesentlich verschieden und nur das Wort Substitution der Angabe das Eine und das Andere gemeinsam gewesen sei.“ (Die Entwicklung der Chemie in der neuern Zeit von H. Kopp. S. 608.)

Auch Ladenburg meint: „Dumas benutzte Vieles bei der Aufstellung der Typentheorie und, obgleich er Laurent dabei citirte, so wurden doch Ansichten, welche unstreitig zuerst von diesem ausgesprochen waren, Dumas zugeschrieben. Freilich fanden sie auch durch die grössere

Autorität und Stellung, welche dieser besass, eher Anklang.“ (Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie. S. 157.)

Laurent erscheint also in diesem Genre der Chemie jedenfalls origineller als Dumas und man kann sich der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass der letztere die Arbeiten des erstern in einem Grade ausgenutzt und verwerthet hat, die ein wahrer Forscher vor seinem unverfälschten wissenschaftlichen Gewissen nicht verantworten könnte. Aber der Ernst dieser Sachlage gewinnt ein komisches Gesicht, wenn man sich vergegenwärtigt, dass Dumas der Meinung war, sich Diamanten angeeignet zu haben, während bei näherer Besichtigung sich diese als pierres de Strass erweisen.

Laurent hat sofort die Substitutionserscheinungen originell und im Gegensatze zur elektrochemischen Theorie erfasst; Dumas hat stets gezaudert, sich vielfach widersprochen und hat wahrscheinlich niemals vollständig mit der classischen Richtung gebrochen.

Laurent ist stets offen und entschieden in den Kampf für seine Ideen getreten; Dumas hat sich stets nach Art schwacher Seelen noch ein Thürchen offen gelassen. Wäre der Kampf zu Gunsten der Berzelius'schen Richtung entschieden worden, Dumas würde sich sofort in dem alten Fahrwasser wieder heimisch gefunden haben.

Laurent berührt trotz seiner grösseren Fehler sympathisch; Dumas stösst ab. Der Widerspruch in seinem Wesen, die Art, sich fremde Ideen anzueignen und zu verwerthen, lassen keine Theilnahme aufkommen.

Laurent starb früh, „von übermässiger Arbeit erschöpft“ und schwerlich hat ihm noch die Morgenröthe jenes Ruhmes gelächelt, der jetzt in so verschwenderischer und freigebiger Fülle auf sein Grab gehäuft wird.

Die Reclamation Laurent's bezieht sich auf die Abhandlung, welche Dumas unter dem Titel: „Memoire sur la loi des substitutions et la theorie des types“ der Akademie überreichte und welche in dem X. Bande der Comptes rendus S. 149 bis 178 aufgenommen wurde; es ist dieselbe, welche Berzelius einer ausgiebigen Kritik unterzogen hatte*). Die Reclamation Laurent's fand in demselben Bande S. 409 bis 417 Aufnahme. Laurent schreibt:

„Dans la séance du 3 février, M. Dumas a lu un Mémoire sur ce sujet: je reclame, et avec la conviction la plus profonde, comme m'appartenant, et n'appartenant qu'à moi seul, la plupart des idées qui y sont développées. Depuis cinq ans, j'ai présenté à l'Académie divers Mémoires dans lesquels je me suis efforcé des les faire triompher. Pendant ce temps, elles ont été viviment critiquées, dans le sein de l'Académie, par MM. Berzelius, Liebig et par M. Dumas lui même, qui les ont regardées comme bizarres, monstrueuses et exagérées: on a même contesté l'exactitude des mes analyses, qui, les appuyaient le plus fortement.“

So wie Dumas seine Theorie, besser seine empirische Regel, zuerst ausgesprochen hat, ist, nach der Behauptung Laurent's weder die Rede von dem Platz, den Sauerstoff oder Chlor in der neuen Verbindung ein-

*) Siehe „Grundlage der modernen Chemie“. S. 90.

nehmen, noch von der Rolle, welche diese Körper spielen, noch von der rationellen Formel, welche der neuen Verbindung zukommt, noch von der Bewahrung dessen, was Dumas chemischen und mechanischen Typ nennt u. s. w. Er habe als einer der ersten die Theorie Dumas' bekämpft; die zweite Regel sei gefallen und ihr Entdecker halte sie selbst nicht mehr aufrecht. Es bleibe nur noch die erste und es komme eben so oft vor, dass Substitutionen nach gleichen als nach ungleichen Aequivalenten erfolgen. Alle Reactionen des Naphtalins ständen mit dieser Regel im Widerspruch. Die Theorie der Typen beansprucht Laurent als ihm allein angehörig und mit Recht; er sagt:

„J'ai essayé de donner une règle qui permet de prévoir ou d'expliquer pourquoi les substitutions se font tantôt par équivalents égaux, tantôt par équivalents inégaux; j'en ai en même temps indiqué la cause et la nécessité (la persistance des radicaux ou de ce que M. Dumas appelle maintenant des types). Ces règles sont-elles bonnes ou mauvaises? peu importe, la question n'est pas là; mais seulement de savoir si elles sont de moi.

„Pour la seconde fois, M. Dumas donne comme venant de lui, ou comme étant une conséquence de sa théorie, le principe suivant:

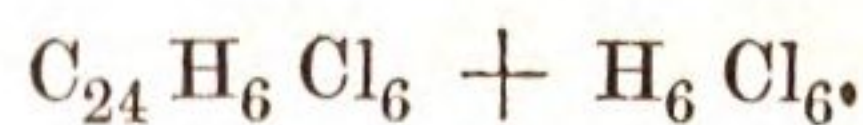
„En chimie organique, il existe certains types chimiques qui se conservent alors même qu'à la place de l'hydrogène qu'ils renferment on vient introduire dans le composé un corps entièrement différent, comme le chlore, l'oxygène“

„Il est absolument impossible de trouver dans tous les travaux de M. Dumas le plus léger aperçu ayant du rapport avec cette idée-la. C'est moi qui le premier, il y a cinq ans, l'ai mise en avant; c'est moi seul qui pendant tout ce temps l'ai soutenue sans autre approbation que celle de M. Thenard.“

Laurent sucht nun an einigen, von Dumas in dem fünften Bande seines Handbuches der Chemie aufgeführten Beispielen zu zeigen, dass dieselben der Theorie widersprechen. Dieser Versuch bietet jedoch nicht das geringste Interesse, weil Laurent der willkürlichen Schreibweise Dumas' seine nicht minder willkürliche entgegensetzt.

Von grösserm Interesse dagegen sind folgende Bemerkungen Laurent's:

„J'ai avancé que le chlore, le brome etc., joueraient en quelque sorte, dans certains cas, le rôle de l'hydrogène qu'ils remplacent, comme dans cet exemple: $C_{24}H_6Cl_6$, qui provient de $C_{24}H_{12}$. J'ai avancé et prouvé que le chlore placé hors du type, radical, jouerait un rôle différent, comme dans cet exemple:



Maintenant M. Dumas, cinq ans après moi, a donné cette idée comme de lui, et il en a tiré cette conclusion, que: la théorie électro-chimique doit subir de graves modifications.

„Or non seulement cette idée n'est pas de M. Dumas, mais il l'a rejetée de la manière la plus formelle lorsque M. Berzelius lui a fait remarquer qu'elle détruit la théorie électro-chimique. Voici les paroles de M. Dumas:

„Si l'on me fait dire que l'hydrogène enlevé est remplacé par du chlore, qui joue le même rôle que lui, on m'attribue une opinion contre laquelle je proteste hautement La règle des substitutions est une règle empirique Elle exprime une simple relation entre l'hydrogène qui s'en va et le chlore qui reste.“

„Mais que fait M. Dumas lorsqu'il découvre l'acide chloracétique (acide dont j'avais annoncé l'existence cinq ans avant M. Dumas)? il ne proteste plus, mais il donne le principe comme nouveau et de lui, et ce n'est que sur une réclamation de ma part qu'il veut bien, pour la première fois, avouer que tout ce que j'ai dit n'est pas absurde, et que j'ai coopéré par mes recherches à appuyer ce principe. Autant vaudrait dire que Dalton a coopéré à la découverte des atomes, et que M. Gay-Lussac a coopéré à la découverte de la loi de combinaison des gaz!“

Die Anerkennung, welche Dumas den Verdiensten Piria's und namentlich Regnault's zollt, ist nicht nach Laurent's Geschmack: er findet dadurch seine eigenen Verdienste in Schatten gestellt. Es macht auch in der That den Eindruck, dass diese Anerkennung von Seite Dumas' keine aufrichtig gemeinte gewesen ist, dass dieser dadurch die Aufmerksamkeit von Laurent vielmehr ablenken, dass er andere, hier minder originelle Forscher in den Vordergrund schieben wollte.

Il y a cinq ans que moi le premier, et que seul pendant tout ce temps, j'ai battu en brèche la théorie des radicaux permanents, théorie soutenue encore il y a deux ans par M. Dumas et Liebig dans le sein même de l'Académie. M. Piria est venu, seulement cinq ans après moi, ajouter un fait aux cent autres que j'avais accumulés. Si M. Piria a coopéré avec moi, je puis hardiment dire que j'ai coopéré à l'établissement de la théorie atomique, attendu que j'ai fait des analyses qui la confirment.

Ebenso wenig erkennt Laurent an und er führt es des Weiteren aus, dass Regnault der Entdecker des mechanischen Typs gewesen ist: Je le repète, ni M. Regnault, ni M. Dumas n'ont inventé les types mécaniques.

Die langathmige Entgegnung, welche Dumas bald darauf (Comptes rendus Bd. 10, S. 511 bis 524) erliess, ist in jeder Hinsicht ungenügend; sie entkräftet keine einzige Behauptung Laurent's und bringt nicht einen einzigen neuen Gesichtspunkt. Im Uebrigen macht der Streit einen unerquicklichen Eindruck; von beiden Seiten werden statt wissenschaftlicher Beweise nur hohle, leere Declamationen in das Feld geführt. Und schliesslich ist es ja auch gleichgültig, ob der Erfinder des Gesetzes der Substitutionen auch der Erfinder der Typentheorie gewesen ist; seine Bedeutung für die Entwicklung der Wissenschaft wird dadurch weder erhöht noch erniedrigt.

6) Comptes rendus Bd. XIX, S. 1089.

7) Zur Ergänzung und Richtigstellung der Parallele zwischen Linné und Laurent sind noch folgende Bemerkungen Sachs' über erstern zu berücksichtigen.

„Linné hatte nicht die entfernteste Ahnung, wie man nach den Grundsätzen streng inductiver Forschung die Existenz einer hypothetisch angenommenen Thatsache erweist Ueberhaupt war es Linné's

Sache nicht, sich mit dem, was wir eine Untersuchung nennen, zu befassen; was dem ersten prüfenden Blick entging, das liess er ruhig liegen; Erscheinungen, die ihn interessirten, etwa auf ihre Ursachen zu untersuchen, fiel ihm gar nicht ein: er classificirte sie und damit war die Sache abgethan Wenn man sich längere Zeit mit der Lectüre seiner *Philosophia botanica* und der *Amoenitates* beschäftigt, fühlt man sich durch die Art der Scholastik und Sophistik, auf welche hier alles hinausläuft, in die Literatur des Mittelalters versetzt, und doch stammen diese Schriften Linné's aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, aus einer Zeit, wo Malpighi, Grew, Rud. Jac. Camerarius, Hales bereits musterhafte Untersuchungen durchgeführt hatten und wo seine Zeitgenossen Duhamel, Kölreuter u. A. nach den Principien echter Naturforschung experimentirten. Beachtet man diese Eigenthümlichkeit Linné's, so wird es erklärlich, wie Buffon, Albert Haller, Kölreuter ihn mit einer gewissen Nichtachtung behandelten; erklärlich wird es aber auch, wie die stricte Anhänger Linné's in Deutschland, die sich ganz wesentlich nur von seinen Schriften nährten und das wirklich Gute, was in Linné lag, von seiner Sophistik nicht zu trennen wussten, schliesslich dahin kommen konnten, dass ihre Botanik allem andern mehr als einer Naturwissenschaft ähnlich sah.“ (Sachs, l. c. S. 95.)

Lesen wir nun, was Kolbe über die Beschaffenheit der Chemie äussert, die von Laurent's und Dumas' Anhängern in Deutschland cultivirt wird, so scheint nichts zur Vervollständigung der Parallele zu fehlen. Kolbe sagt:

„Wir dürfen uns nicht darüber täuschen und sollen unser Auge nicht der Wahrnehmung verschliessen, dass seit einigen Jahren die chemische Forschung in Deutschland im Rückgange begriffen ist, dass die frühere gepriesene deutsche Gründlichkeit mehr und mehr der Einseitigkeit, Oberflächlichkeit und Flüchtigkeit Platz macht, dass die nüchterne, alle Momente reiflich erwägende Untersuchungsmethode angefangen hat, einem blinden Speculationseifer zu weichen, welcher den Blick für Wahrnehmung und Würdigung der einfachsten, nächstliegenden Wahrheiten verschleiert.

. . . . „Immer seltener werden die Abhandlungen, worin Fragen von wirklich chemischer Bedeutung eingehend und einigermaassen erschöpfend mit unbefangenen, nüchternem Urtheil experimentelle Beantwortung erhalten, desto häufiger die Arbeiten, welche nach einer in Mode gekommenen Schablone ausgeführt sind und worin man auf Grund weniger Versuche, welche meist gar nichts beweisen, mit staunenswerther Sicherheit über die chemische Constitution von Verbindungen urtheilt, die kaum mehr als analysirt sind

. . . . „Aus dem Naturforscher ist ein Metaphysiker geworden; inhalt- und werthlose, aber geistreich scheinende Phrasen haben in der Chemie wieder angefangen, die solide Forschung und das nüchterne Urtheil zu verdrängen“ (Journal f. praktische Chemie Bd. 116 (Jahrg. 1873), S. 417 u. w).

Aber gegen Linné würden wir doch eine Ungerechtigkeit begehen, wenn wir ihn so ganz auf das Niveau Laurent's stellten. Wenn Sachs rühmend bemerkt: „Linné besass die glänzendsten Eigenschaften

eines descriptiven Naturforschers: Nicht bloss der ungeheure Umfang seiner Specialkenntniss, sondern ganz besonders die überlegene Sicherheit, womit er die Systematik beherrschte, konnten nicht verfehlen, allen denen im höchsten Grade zu imponiren, welche eben in diesen Eigenschaften allein die Bedeutung des Naturforschers erblickten. Zu seinen besten Talenten gehörte ohne Zweifel die Gabe, die Species und Gattungen des Pflanzen- und Thierreichs mit wenigen Merkmalen schlagend zu charakterisiren, die Diagnosen mit einem Minimum von Worten herzustellen; in dieser Beziehung wurde er das unerreichte Vorbild aller späteren Botaniker“ — so findet das auf Laurent in keiner Weise Anwendung; denn seine Classification ist einer der misslungensten Versuche, die je gemacht wurden, die überhaupt in der Absicht entstanden ist, die Chemie zu einer Naturbeschreibung herabzusetzen.

8) Dr. H. Kopp, Geschichte der Chemie, III. Bd., S. 1.

9) Siehe hierüber Sachs, l. c. S. 48 u. w.

10) Siehe hierüber Ladenburg, l. c. S. 154.

11) Wurtz, l. c. S. 73.

12) Kekulé, Lehrbuch der organischen Chemie. Erlangen 1867, S. 74.

13) Dieser Wohlklang in dem Worte modern sollte aber eigentlich nur für Ohren existiren, die an Frauenköpfen sitzen. Kolbe hat meines Wissens zuerst auf das Unpassende dieser Bezeichnung aufmerksam gemacht. In seiner Schrift: „Die Moden der modernen Chemie“ sagt er: „Das Wort „modern“, womit man das der Mode Unterworfenen, nach der Methode Wechselnde bezeichnet, sollte eigentlich nicht mit dem Namen einer Wissenschaft in Verbindung gestellt werden. Und doch ist diese Bezeichnung für die Chemie, welche heutzutage die moderne heisst, nicht ganz unpassend, weil gar Manches darin Modesache geworden ist, sehr wahrscheinlich auch über kurz und lang wieder unmodern werden wird.“

Lothar Meyer, der durch die Schrift: „Die modernen Theorien der Chemie“ seiner Richtung dieses Prädicat verschafft hat, entgegnet in der Vorrede zur zweiten Auflage derselben, dass er bei diesem Titel nicht an Modesachen gedacht, sondern den Ausdruck „modern“ im Gegensatz zu „antik“ oder „alt“ in dem Sinne gebraucht habe, wie er in der Geschichte von Kunst und Wissenschaft gebraucht werde. Ferner sei er nie damit einverstanden gewesen, dass das von den Theorien gebrauchte Beiwort auf die Chemie selbst übertragen worden sei. Er würde sich auch gegen diese Uebertragung ausgesprochen haben, wenn dieselbe nicht schon einmal da gewesen wäre. So habe Lavoisier sein antiphlogistisches System unter dem Titel: *Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes*“ und Fourcroy einige Jahre später seine „Philosophie chimique ou vérités fondamentales de la chimie moderne“ herausgegeben. „Beide Arten der Anwendung des Wortes „modern“ haben also eine gewisse historische Berechtigung, die um so eher beachtet zu werden verdient, als eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den letztvergangenen beiden Jahrzehnten und dem Ende des vorigen Jahrhunderts nicht zu verkennen ist.“ (Vorrede zur zweiten Auflage S. XI.)

Dagegen ist Folgendes zu erwiedern: Erstens sind wir Deutsche und keine Franzosen; wir werden also das Wort moderne entsprechend zu

übersetzen haben. Zweitens: wo sind die Männer der modernen Chemie, die sich mit einem Lavoisier vergleichen können? Diese Richtung hat keinen Lavoisier und wird nie einen hervorbringen. Man möge sich auf einen Priestley, auf einen Scheele berufen. Diese sind auch Naturforscher gewesen, und sicher verdient Scheele den Namen „Vielfontdecker“; aber was den philosophischen Theil ihrer Forschungsweise anbelangt, so wird die Geschichte der Wissenschaft sie als Scholastiker zu verzeichnen haben. Im Uebrigen ist anzuerkennen, dass Meyer's Werk das beste ist, was von diesem Standpunkte über die modernen Theorien geschrieben worden ist; nur ist zu bedauern, dass Meyer die Folgerungen, welche er an einigen Punkten zog, nicht zum Ausgangspunkte seiner Betrachtungen überhaupt machte.

II.

Das Urtheil Liebig's über Laurent.

Die Zeit, in welcher Laurent lebte, war seinem Streben nicht günstig; ich habe in meiner vorigen Abhandlung versucht die Momente aufzuzeigen, welche diesem widerstrebten; es geht daraus, wie ich glaube, hervor, dass Laurent's Genius erst dann konnte zur Anerkennung kommen, nachdem derselbe bereits einen depravirenden Einfluss auf die Entwicklung der Wissenschaft geübt hatte.

Indess war Laurent nicht allein fruchtbar in der Erfindung neuer Hypothesen, sondern er hat auch eine erstaunliche Anzahl von Untersuchungen auf allen Gebieten der Wissenschaft gemacht und veröffentlicht¹⁾. Aber auch auf dem Felde der praktischen Thätigkeit hat Laurent die Anerkennung seiner Zeitgenossen nicht zu erringen vermocht.

Ladenburg bemerkt hierüber: „Laurent hat die Chemie durch eine sehr grosse Reihe experimenteller Arbeiten bereichert, welche leider in manchen Fällen der nöthigen Genauigkeit entbehren; es standen ihm nur sehr geringe materielle Mittel zu Gebote, und statt sich deshalb auf wenige Gebiete zu beschränken, hat Laurent, der höchst ideenreich war, vorgezogen, Vieles anzufangen und oberflächlich durchzuführen. Hierdurch verdarb er seinen Ruf als Experimentator und ward gleich beim Beginn seiner wissenschaftlichen Thätigkeit angefeindet, später aber namentlich von Berzelius und Liebig unverhältniss-

mässig schlecht behandelt. Es wirkte dies natürlich auf ihn zurück, er ging seinen eigenen Weg und ward immer unverständlicher, namentlich durch eine Nomenclatur, die fast nur von ihm gebraucht wurde. Viele seiner geistreichen und originellen Ideen gingen dadurch unserer Wissenschaft verloren oder werden Anderen als Verdienst zugeschrieben ²⁾).

Der Vorwurf, dass Berzelius und Liebig Laurent unverhältnissmässig schlecht behandelt haben, ist einer der ungerechtfertigtsten der von dem modernen Geiste ergriffenen Geschichtsschreibung.

Die Berechtigung Liebig's, Laurent als Praktiker zu verurtheilen, ergiebt sich, wie ich glaube, am besten, wenn wir seine denkwürdige Abhandlung selbst sprechen lassen ³⁾).

„Unsere Theorien,“ sagt Liebig am Eingange, „sind der Ausdruck der Ansichten der Zeit; wahr sind in dieser Hinsicht nur die Thatsachen, während die Erklärung ihres Zusammenhanges sich nur mehr oder weniger der Wahrheit nähert.“

„Die Grundlage einer jeden Ansicht über die Constitution einer Verbindung ist, wie sich von selbst versteht, die positive Gewissheit über das Gewichtsverhältniss, in welchem ihre Elemente mit einander vereinigt sind; wir müssen vor Allem wissen, wie viel von einem jeden seiner Elemente ein Körper enthält. Die Abweichung in der Zusammensetzung zweier oder mehrerer Körper von ungleichen Eigenschaften ist aber in vielen Fällen so gering und die Fehler unserer Bestimmungsmethoden so gross, dass die Analyse uns in Ungewissheit über die Anzahl der Atome ihrer Elemente lässt. Dies ist nun die Veranlassung gewesen zur Schaffung einer durchaus neuen Untersuchungsweise, zu welcher die anorganische Chemie nur in seltenen Fällen ihre Zuflucht zu nehmen hatte; wir sind nämlich gezwungen, den Körper mit einem andern von bekannter Zusammensetzung zu verbinden, oder in zwei, drei oder mehrere Producte zu zerlegen, und wenn die Menge und die Zusammensetzung dieser Producte in einer nachweisbaren Beziehung steht zu der Menge und Zusammensetzung des Körpers, aus denen sie entstanden sind, so hören alle Zweifel

hinsichtlich der wahren Zusammensetzung der letzteren auf. Wir folgen also dem Gange des Mathematikers, indem wir eine Grösse, die wir als unbekannt voraussetzen, durch Aequationen zu lösen oder zu repräsentiren suchen.

Die erhaltenen Gleichungen geben uns nur in wenig Fällen Aufschlüsse über die Art, wie die Elemente mit einander vereinigt sind.“

Diese Aufstellungen des grossen Chemikers erweisen sich nun sofort als im Widerspruch stehend zu den Behauptungen Laurent's und zu dem ganzen Entwicklungsgange der modernen Chemie. Liebig giebt unumwunden die Thatsache zu, dass die Bestimmungsmethoden der organischen Analyse in Berücksichtigung der Natur organischer Körper zu unsicher und selbst mit einem Fehler behaftet sind. Man erinnere sich nur an den sehr wesentlichen Uebelstand, dass der Sauerstoff direct nicht bestimmt werden kann. Zerlegt man nun aber auch den Körper in zwei oder drei Producte, die man nach einander der Analyse unterwirft, so gewinnen wir wohl Material, um die Analyse des ursprünglichen Körpers zu corrigiren, aber der Fehler, der in der Methode selbst steckt, wird dadurch nicht hinweggeschafft. Bei der anorganischen Chemie ist das aber nicht oder nur in sehr beschränktem Grade der Fall; daraus ergiebt sich mit logischer Consequenz, dass die auf dem Boden der organischen Chemie erwachsenen Thatsachen nicht diesen Grad von Zutrauen verdienen, als die der anorganischen. Nun aber haben von Laurent ab alle modernen Chemiker versucht die unorganischen Körper durch die organischen zu deuten.

Es ist eben eine grosse Täuschung, wenn die dieser Richtung huldigenden Chemiker glauben, dass die organische Chemie als alleiniger Ausgangspunkt für chemische Theorien gewählt und dass die anorganische Chemie von ihr absorbirt werden dürfe; in der That verdienen die Resultate der ersteren nur dann das Zutrauen, welches eine theoretische Folgerung zulässig erscheinen lässt, wenn sie mit dem gehörigen Maasse von Kritik verwerthet werden. Der Grund, warum die Chemiker dieser Richtung ausschliesslich von der organischen Chemie ausgehen,

scheint mir gerade auf der relativen Unsicherheit des ihr zu Grunde liegenden thatsächlichen Materials zu beruhen, die organische Chemie bietet in dieser Hinsicht eine viel geeignetere Operationsbasis für haltlose Speculationen. Im Uebrigen ist es auch dem Sinne einer inductiven Behandlung entgegengesetzt, das Einfache, d. i. das Anorganische, durch das Complicirtere, d. i. das Organische begreifen zu wollen. Alle Vertreter der classischen Chemie, welche hierüber gedacht und geschrieben haben, Berzelius, Liebig und Kolbe, sind den einfachen, natürlichen Weg gegangen: sie haben aus der anorganischen Chemie die Regeln zur Betrachtung und Erforschung der organischen gesucht und in Anwendung gebracht⁴⁾.

Namentlich tritt dies in der vorliegenden Abhandlung Liebig's klar hervor. Anschliessend an das Vorhergehende fährt Liebig fort:

„Wir haben aber für Schlüsse dieser Art in dem Verhalten der anorganischen Verbindungen bestimmte und untrügliche Regeln; indem wir den Körper gewissen Veränderungen unterwerfen, welche ähnlich sind den Veränderungen, die ein anorganischer Körper analoger Art unter denselben Umständen erleidet, so schliessen wir aus der Aehnlichkeit in dem Verhalten beider eine Aehnlichkeit in ihrer Constitution oder umgekehrt. Wir vergleichen also die Verbindungen, welche ein organischer Körper bildet, wenn sie Eigenschaften von bekannten besitzen, mit der Zusammensetzung und dem Verhalten dieser bekannten. Auf diese Weise ist man nun auf gewisse Zusammensetzungen geführt worden, die sich in einer Reihe von Verbindungen nicht ändern, auf zusammengesetzte Körper, welche durch einfache vertreten werden können, in deren Verbindungen mit einem einfachen Körper der letztere durch andere einfache ersetzt und vertreten werden kann; auf Körper also, die in ihren Verbindungen die Stelle von einfachen Körpern annehmen, die Rolle von Elementen spielen. Auf diese Weise ist die Idee von zusammengesetzten Radicalen entstanden.

„Wir nennen also Cyan ein Radical, weil es 1) der nicht wechselnde Bestandtheil in einer Reihe von Verbindungen ist,

weil es 2) sich in diesen ersetzen lässt durch andere einfache Körper, weil 3) sich in seinen Verbindungen mit einem einfachen Körper dieser letztere ausscheiden und vertreten lässt durch Aequivalente von anderen einfachen Körpern.“

„Von diesen drei Hauptbedingungen zur Charakteristik eines zusammengesetzten Radicals müssen zum wenigsten zwei stets erfüllt werden, wenn wir es in der That als ein Radical betrachten wollen.“

Wir sehen, der Begriff Radical im Sinne Liebig's ist durch Folgerungen aus bekannten, nur der Chemie angehörigen That-sachen entstanden; es ist ein Begriff bestimmt durch alle Merkmale inductiver Forschung, Liebig rechnet allein mit chemischen That-sachen, schliesst nur auf Grund solcher oder mittelst Analogie. Er bedarf nicht botanischer, zoologischer oder kry-stallographischer Bilder, wie Laurent, um einen chemischen Begriff hervorzubringen, er schöpft aus dem, was dem Chemiker Gegenstand ist, was das Wesen der Chemie ausmacht.

Liebig führt uns ein in die Denkweise chemischer Forschung, wir lernen, wir denken Chemie, wir gewinnen einen klaren Einblick in den Gedankenkreis eines chemischen Forschers. Der *noyau*, die *cellule mère*, der *arbre chimique* Laurent's erinnern an alles Mögliche, nur nicht an Chemie; wir hören von allem Möglichen, nur nicht von Chemie. Der Nebel, der auf Laurent's Ideenkreise lagert, verschleiert auch die Blicke derjenigen, die an ihn glauben.

Nachdem mittelst Analogie die Existenz von zusammengesetzten Radicalen festgestellt ist, begiebt sich Liebig jedoch sofort wieder auf den Boden der That-sachen.

„Wir haben,“ sagt er, „die positive Erfahrung gemacht, dass von den Aehnlichkeiten in den Eigenschaften der Verbindungen eines zusammengesetzten Radicals mit denen eines einfachen kein Rückschluss gemacht werden kann auf die Eigenschaften des zusammengesetzten Radicals selbst.“

Die Ursache liege unstreitig darin, dass die Elemente der zusammengesetzten Radicale nicht aufhören den Anziehungen zu folgen, welche durch Berührung mit einem dritten Körper in

ihnen hervorgerufen werden. Eine einfachere Zusammensetzung als die des Cyans sei nicht möglich, und dies sei sicher der Grund, warum es noch einige Eigenschaften mit denen der einfachen Radicale gemein habe, allein bei zusammengesetzteren müsse in ihrem isolirten Zustande alle Analogie dieser Art verschwinden; so verhalte es sich z. B. mit dem Schwefelcyan.

Man erschliesse die zusammengesetzten Radicale aus der Natur und dem Verhalten ihrer Verbindungen, und wenn uns auch ihre Kenntniss im isolirten Zustande nicht gleichgültig sein dürfe, so sei sie uns zum wenigsten nicht nothwendig. „Der Kalk,“ sagt Liebig, „ist für uns ein Metalloxyd, obgleich noch Niemand das Calcium⁵⁾ gesehen hat; er ist ein Oxyd, nicht weil er durch Verbindung des Calciums mit Sauerstoff erhalten wird, sondern weil sich der Sauerstoff darin ausscheiden, ersetzen, vertreten lässt durch andere Elemente; er ist ein Oxyd und eine Base, weil er sich verhält wie andere Metalloxyde, über deren Constitution wir nicht zweifelhaft sind. Auf diese Weise verhält es sich mit den Radicalen des Aethers und des Holzgeistes. Die organischen Radicale existiren für uns demnach in den meisten Fällen nur in unserer Vorstellung, über ihr wirkliches Bestehen ist man aber ebenso wenig zweifelhaft, wie über das der Salpetersäure⁶⁾, obwohl uns dieser Körper ebenso unbekannt ist, wie das Aethyl.“

In der gegenwärtigen Zeit sei es nun die Aufgabe des Chemikers, aus der ungeheuern Masse von Verbindungen diejenigen aufzufinden, welche einem und demselben Radical angehören. Bittermandelöl und wasserfreie Benzoesäure seien analog zusammengesetzt; die eine lasse sich als eine Verbindung von einem Körper $C_{14}H_{10}O_2$ mit zwei Atomen Wasserstoff H_2 , die andere von dem nämlichen Körper $C_{14}H_{10}O_2$ mit einem Aequivalent Sauerstoff betrachten. Dies allein sei aber nicht hinreichend, uns zu überzeugen, dass beide einer und derselben Reihe von Verbindungen angehören. Nun könne man aber zwei Atome Wasserstoff in dem Bittermandelöl vertreten durch Chlor und Brom und diese liessen sich wieder vertreten durch Sauerstoff, wodurch dann absolut der nämliche Körper entstehe,

den man seit langen Jahren als Benzoessäure kenne. Damit seien nun aber auch die Bedingungen erfüllt, welche man mit dem Begriffe eines Radicals verbinde. Es werde hierdurch ausgedrückt, dass in dem Bittermandelöl zwei Atome Wasserstoff in einer andern Weise gebunden seien, als die übrigen zehn und dass in der Benzoessäure ein Atom Sauerstoff in anderer Bindung vorhanden sei als die übrigen zwei. Schärfer ausgedrückt könnte man sagen, dass beide nicht Bestandtheile des Radicals sind, sondern dass sie sich ausserhalb des Radicals befinden.

Um nun zwei oder mehrere Körper in eine und dieselbe Verbindungsreihe zu setzen, würden die empirischen Formeln allein keinen Grund abgeben; man müsse die rationellen Formeln aufsuchen und in dieser Hinsicht bleibe nur der Weg, den man bei Aufstellung der Benzoyl- und Aethylreihe befolgt habe. Hierzu gelange man aber nicht durch leere und nichtssagende Hypothesen, sondern durch beweisende Thatfachen, die sich nur durch unbefangene und consequente Untersuchungen auffinden liessen. Die Kohlensäure, Kleessäure, Essigsäure, Essiggeist, wenn man sie als einfache Verbindungen betrachte, enthielten Radicale von verschiedener Zusammensetzung. Nehme man nun an, dass in diesen Verbindungen aller Kohlenstoff in das Radical eingehe, so enthalte das Radical der Kohlensäure 1 Atom, das der Kleessäure 2, das des Essiggeistes 3, das der Essigsäure 4, das des Zuckers 12 Atome Kohlenstoff. Werde nun bei Zersetzung des Zuckers ein Atom Zucker in sechs Atome Kleessäure oder in zwölf Atome Kohlensäure gespalten, so verstehe es sich von selbst, dass das Radical des Zuckers in dem einen Falle in sechs, in dem andern in zwölf Atome zerfallen sei.

„Diese Begriffe sind so eng mit dem eines zusammengesetzten Radicals verknüpft, dass eine Auseinandersetzung überflüssig erscheinen mag; ich habe sie nur aus dem Grunde hier entwickelt, weil sie als Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Theorie des Herrn Laurent dienen müssen.“

Zuletzt habe man die allgemeine Erfahrung gemacht, dass alle organischen Körper, welche mehr wie zwei Bestandtheile

enthielten, wenn sie der Einwirkung einer hohen Temperatur ausgesetzt würden, in Kohle, Kohlenoxyd, Wasser und Kohlenwasserstoffe sich zerlegten, von denen letztere ausserordentlich zahlreich, aber immer von ein und derselben oder doch wenig abweichenden Zusammensetzung seien.

„Wir erklären uns diese Erscheinungen ganz befriedigend, indem wir wissen, dass die genannten letzten Producte der Zersetzung bei keiner Temperatur eine weitere Wirkung auf einander ausüben, weil es in der Natur der Sache liegt, dass die Bestandtheile einer complexen Verbindung sich bei dieser Art von Zersetzung zu immer einfacheren Verbindungen ordnen müssen, bis denn zuletzt die einfachsten übrig bleiben. Oelbildendes Gas, Sumpfgas, Naphtalin, Benzol, Paraffin, Eupion und eine unendliche Reihe von anderen Kohlenwasserstoffen gehören zu diesen letzten Zersetzungsproducten; sie zeichnen sich vorzugsweise vor anderen chemischen Verbindungen durch ihren Mangel an aller Affinität aus, unstreitig weil ihre Entstehung durch eine gänzliche Erschöpfung aller gegenseitigen Verwandtschaft bedingt ist.“

Es sei nun aber keine einzige Verbindung eines dieser Kohlenwasserstoffe bekannt, in welche er unzersetzt eingehe.

Herr Laurent sei nun durch das Studium dieser Kohlenwasserstoffverbindungen zu einer umfassenden Theorie aller organischen Körper geführt worden. Er behaupte, dass sie ohne Ausnahme von einigen Kohlenwasserstoffverbindungen abstammen, die er radical fondamental nenne. Dieses Grundradical existire oft nicht mehr in den Verbindungen, in diesem Falle sei dann der Wasserstoff ersetzt durch ein Aequivalent eines andern Körpers, so dass die Summe der Aequivalente in dem abgeleiteten Radical die gleiche sei; dies geschehe nun ganz nach den Gesetzen der sogenannten Substitutionstheorie, in welcher aber Liebig nur einen besondern Fall der gegenseitigen Vertretung der Elemente erkennt.

Werde nun aber durch Einwirkung von Sauerstoff und Chlor auf das Radical mehr Sauerstoff oder Chlor aufgenommen als der Substitutionstheorie entspreche, so werde dieser Sauer-

stoff, Chlor, nicht Bestandtheil des Radicals, sondern er hat entweder Wasser oder Salzsäure gebildet, welche mit dem neuen Körper in Verbindung geblieben sind. Das Grundradical könne man nun in einem gegebenen Körper, in welchem es nicht mehr enthalten ist, construiren, wenn man den wasserstoffersetzenden oder entziehenden Körper in der Idee in Wasserstoff verwandle.

Man sehe nun daraus, dass der Begriff, den Herr Laurent mit dem Grundradical verbinde, ein ganz anderer sei als der, der früher entwickelt worden ist. Laurent's Grundradicale seien Körper, die wir gewöhnt seien Basen zu nennen; aus diesen Basen entstünden durch Ersetzung des Wasserstoffs Oxyde und andere Körper.

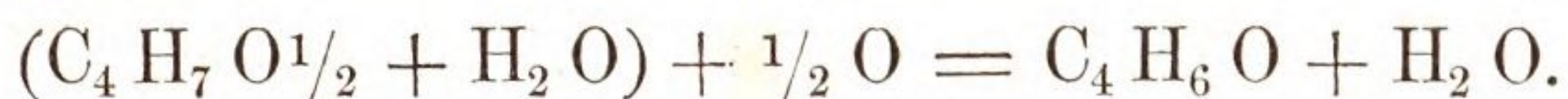
Liebig zeigt nun, dass sich Laurent ähnliche Willkür bei Anwendung seiner Theorie zu Schulden kommen lässt, wie wir sie früher bei Dumas wahrgenommen haben.

Er sagt: „Das Grundradical der Essigsäure ist z. B. eine Verbindung von 4 At. Kohlenstoff und 8 At. Wasserstoff, welche Herr Laurent Etherene nennt; diese Verbindung bildet mit Wasser Aether und Alkohol, vereinigt sich mit Säuren etc., ganz nach der alten Ansicht von den Aetherverbindungen. Dieses Radical kann das ölbildende Gas nicht sein, denn dieses vereinigt sich mit diesen Körpern nicht; ich kenne auch keinen andern Kohlenwasserstoff, welcher diese merkwürdige Fähigkeit besässe; es ist also ein Radical, dessen Existenz noch bewiesen werden muss. Wird die Verbindung dieses hypothetischen Radicals mit 2 At. Wasser, nämlich der Alkohol der Einwirkung des Sauerstoffs ausgesetzt, so wird von den 8 At. Wasserstoff, die er enthält, 1 Atom hinweggenommen und durch $\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff ersetzt. Aus $C_4 H_8 + H_4 O_2$ entsteht $C_4 H_7 O^{\frac{1}{2}} + H_2 O$, dies ist das Acetal. Diese Formeln sind sehr übereinstimmend, wenn man annimmt, dass sich ein Atom Wasser des Alkoholes aus seiner Verbindung ausscheidet, indem er in Acetal übergeht. Die Theorie des Herrn Laurent erklärt freilich nicht, warum sich hier $1\frac{1}{2}$ At. Wasser ausscheiden. Dies ist übrigens keine Schwierigkeit für Herrn Laurent, denn zu den 15 Gesetzen, die er aufstellt, wird er ein sechzehntes fügen, wonach:

„„Wenn in der Verbindung eines Grundradicals mit Wasser ein Theil des Wasserstoffs in dem Radical durch einen andern Körper vertreten wird, so entsteht ein neues Radical, mit dem das mit dem Grundradical ursprünglich verbundene Wasser entweder vereinigt bleibt oder nicht.““

Indess hat diese Willkür bei Laurent, wie mir scheint, etwas weniger befremdendes, als bei Dumas, in Anbetracht der überaus flachen Vorstellung, die er sich von dem Uebergang einer Verbindung in eine andere gemacht hat; er denkt sich ja eine solche Reihe von Verbindungen als einen chemischen Baum. Und ein Baum, denkt wohl Laurent, bleibt doch immer ein Baum, wenn man auch einen Ast abhaut.

„Das Acetal, $C_4 H_7 O^{1/2} + H_2 O$, geht in Aldehyd über, es wird noch 1 At. Wasserstoff entzogen und durch $1/2$ At. Sauerstoff ersetzt:



„Ersetzt man in beiden Verbindungen den in das Radical eingehenden Sauerstoff durch Wasserstoff und fügt 1 At. Wasser hinzu, so hat man den Alkohol wieder. Der Aldehyd verwandelt sich in Aldehydsäure und Essigsäure, indem er 1 und 2 At. Sauerstoff ohne Substitution aufnimmt; die weiter aufgenommenen Sauerstoffmengen gehen nicht in das Radical ein.

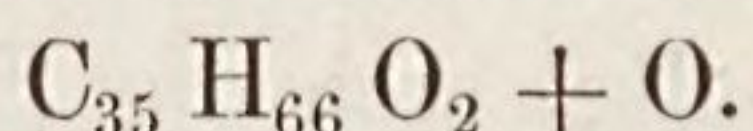
„Wenn man ferner den Wasserstoff in der Essigsäure, $C_4 H_6 O + O_2$, durch Sauerstoff ersetzt, so hat man $C_4 O_3 O + O_2$; bei dieser Gelegenheit spaltet sich das Essigsäureradical in zwei Atome eines neuen Radicals, nämlich in $2 C_2 O_2$ in der Art, dass man 2 At. Kleesäure, $2 C_2 O_2 + 2 O = 2 C_2 O_3$, bekommt; das Radical der Kleesäure ist demnach $2 C O$; wenn ein Atom dieses Radicals anstatt 1 At. Sauerstoff davon 2 At. aufnimmt, so spaltet sich das Kleesäure-Radical wieder in zwei, man erhält 2 At. Kohlensäure, deren Radical $C O$ ist.

„Wenn man also von 4 At. Kohlensäure 4 At. Sauerstoff hinwegnimmt und die übrigen 4 At. Sauerstoff in Wasserstoff verwandelt, so hat man ölbildendes Gas wieder, setzt man diesem Wasser zu, so kann man daraus wieder Aether oder Alkohol, je nachdem, was man wünschen mag, construiren.

„Diese Deduction ist sehr klar und verständlich, aber so lange das Grundradical noch nicht dargestellt ist, welches die Säuren neutralisirt und mit Wasser Aether und Alkohol bildet, so lange wird es uns erlaubt sein, an dem Zusammenhang desselben mit den Erscheinungen, welche die Oxydation des Alkohols darbieten, zu zweifeln. Zur Erklärung dieser einfachen Processe bedarf es der Theorie des Herrn Laurent nicht, sie sind merkwürdiger Weise auf dieselbe oder eine ähnliche Weise erläutert, lange vorher, ehe uns Herr Laurent mit seiner Theorie beschenkte.“

Liebig zeigt nun an einigen Beispielen, dem Milchzucker, der Margarinsäure und der Bernsteinsäure, wie schablonenmässig Laurent verfährt, um diese Verbindungen in eine der von ihm aufgestellten Verbindungsreihen zu bringen. Wir citiren das über die Margarinsäure Gesagte.

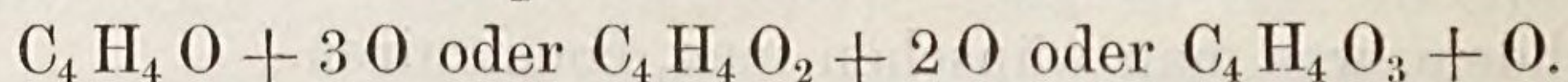
„Was ist das Radical der Margarinsäure, wie ist sie zusammengesetzt? Sehr einfach, sagt Herr Laurent, man darf nur zu der Formel, die man durch die Analyse gefunden hat, 1 At. Wasserstoff hinzuaddiren, so hat man $C_{35}H_{66}O_3$; dieser Körper ist eine Säure, demgemäss ist eine gewisse Portion Sauerstoff ausserhalb des Radicals enthalten, wie viel, findet man leicht, wenn man sich erinnert, dass das Grundradical ein Kohlenwasserstoff von einer sehr einfachen Zusammensetzung sein muss. Schneiden wir ein Atom Sauerstoff ab, so haben wir



Verwandeln wir nun die beiden Atome Sauerstoff in dem Radical in Wasserstoff, so haben wir das Grundradical $C_{35}H_{70}$.“

Die Recepte, welche Laurent giebt, befähigen also in sehr einfacher Weise die verwickeltsten Fragen der Chemie zu lösen. Liebig verfehlt nicht, nun an einigen selbst aufgestellten Beispielen den Nachweis zu führen, wie ungereimt das Verfahren in seinen weiteren Consequenzen erscheint; mit dem ihm eigenthümlichen Sarkasmus bemerkt er:

„Aus dem Vorhergehenden haben wir nun schon soviel gelernt, um das Radical der Aepfelsäure finden zu können. Es kann sein:



Ich wähle das mittlere, denn es giebt für das Radical $C_4 H_8$, wonach es das zweite Oxyd des Bernsteinsäureradicals sein muss; verwandelt man den Sauerstoff des Radicals der dritten Formel in Wasserstoff, so hat man $C_4 H_{10} O$ oder $C_4 H_8 + H_2 O$, nämlich unsern gewöhnlichen Aether.“ In analoger Weise zeigt er, wie man die Capronsäure aus der Essigsäure und die China-säure durch Division ihrer Formel mit 3 aus der Brenzweinsäure ableiten könne.

Die Resultate, welche eine so geartete Theorie der Wissenschaft zeitigen würde, finden sich in folgenden Worten Liebig's treffend charakterisirt:

„Ich mache mich anheischig, aus irgend einer beliebigen Formel alle denkbaren organischen Verbindungen zu construiren, ohne gegen die Grundsätze zu fehlen, welche er (Laurent) für seine Theorie aufgestellt hat, wenn er mir hier und da erlaubt, ein einzelnes Atom Wasserstoff oder zwei, wenn ich es für nöthig finde, zuzusetzen oder hinwegzuschneiden.“

Ueber den Gesamtwertb der Theorie urtheilt Liebig folgendermaassen:

„Die ganze Theorie des Herrn Laurent ist, wie man sieht, ein willkürliches Spiel mit Begriffen und Formeln, denen er eine Bedeutung beilegt, die sie nicht besitzen, sie ist aus einer völligen Unwissenheit in den Principien einer wahren Naturforschung hervorgegangen.“

In dem dritten Theil der Abhandlung führt nun Liebig den Nachweis, dass die theoretischen Anschauungen Laurent's auch einen schädlichen Einfluss auf den experimentalen Theil seiner Forschungen geübt haben.

Durch Einwirkung von Chlor auf Naphtalin hatte Laurent eine Flüssigkeit von ölartiger Beschaffenheit erhalten; er bestimmt mittelst der Elementaranalyse nur den Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt; den Chlorgehalt bestimmt er nicht und berechnet hieraus die Formel $C_{20} H_{16} Cl_4$, welche er trennt in $C_{20} H_{14} Cl_2 + H_2 Cl_2$.

„Diese Formel,“ bemerkt Liebig, „erklärt die Bildung dieses Körpers aus dem Naphtalin vollkommen, allein sie ist der blosse Ausdruck der Vorstellung, die er sich von ihrer Entstehung gemacht hat. Wenn man an Chlor nimmt, was an obigen Zahlen an 100 fehlt, so kann man darauf keine andere Formel als $C_{20}H_{14}Cl_4$ berechnen. Diese Formel ist der Ausdruck der Erfahrung; sie erklärt aber die Bildung des Körpers aus dem Naphtalin nach der Theorie des Herrn Laurent nicht.

„Wird diese Verbindung der Destillation unterworfen, so zersetzt sie sich in Salzsäure und einen neuen Körper, dem Laurent wieder nur nach Bestimmung des Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts die Formel $C_{20}H_{15}Cl_3$ beilegt.“

Nach Liebig „ist diese Formel in ebenso directem Widerspruch mit der Erfahrung, als wie die vorhergehende; weit entfernt einen Verlust an Kohlenstoff und einen Ueberschuss an Wasserstoff zu bekommen, so wie es bei Verbrennung mit Kupferoxyd gewöhnlich ist, giebt der Versuch mehr Kohlenstoff als die Theorie und weniger Wasserstoff. Man kann keinen andern Schluss ziehen, als dass die Erklärung der Bildung dieses Körpers nach entschieden falsch ist.“

Die als Hydrochlorate de chloronaphtalese beschriebene Verbindung wurde von Laurent mit grösserer Sorgfalt analysirt und wurde in einem Falle ausnahmsweise auch das Chlor bestimmt. Aus den erhaltenen Resultaten berechnet Liebig die Formeln $C_{20}H_{14}Cl_8$ oder genauer $C_{40}H_{27}Cl_{16}$.

Aber „weder die eine oder die andere passt für die Theorie des Herrn Laurent und in der vollen Ueberzeugung, dass der Versuch nach der Theorie modificirt werden muss, giebt er uns die Formel $C_{20}H_{16}Cl_8$, wonach also in diesem Körper 2 At. Wasserstoff mehr angenommen werden, als er in der That enthält.“

„Ich will mit diesen Beispielen nicht weiter fortfahren, sie sind genügend, um Jeden zu überzeugen, dass die Grundlage der ganzen Theorie des Herrn Laurent auf durchaus unrichtigen und von ihm erdachten Voraussetzungen beruht; seine ganze Arbeit ist ein Beleg, wie wenig Erfahrung er in dieser Art von Untersuchungen besitzt, es sind die ersten analytischen

Versuche eines Anfängers, welche alle Nachsicht verdienen würden, wenn er nicht die unbegreifliche Anmaassung damit verbände, umfassende und positive Gesetze darauf zu begründen.“

Liebig kritisirt dann noch eine Reihe der Untersuchungen Laurent's, in welchen dieser, hier nicht befangen von seiner Theorie, zu richtigeren Resultaten gelangt. Es erscheint nun als ein schönes Zeugniß von der Objectivität Liebig's, dass er hieran folgende Bemerkung knüpft: „Ich habe die vorstehenden Analysen des Herrn Laurent noch aus einem anderen Grunde mitgetheilt; sie sollen nämlich darthun, dass diesem Chemiker die Fähigkeit nicht abgeht, zu schätzbaren Resultaten zu gelangen, sobald nicht die verderblichste aller Richtungen auf ihn einwirkt.“

Von allgemeinerem Interesse sind in letzterer Hinsicht folgende Bemerkungen Liebig's:

„Es giebt kein grösseres Missgeschick für einen Chemiker, als wenn er sich von vorgefassten Ideen nicht losreissen kann, wenn die Befangenheit des Geistes so weit geht, über jede von der Vorstellung abweichende Erscheinung sich eine Erklärung zu schaffen, eine Erklärung, die nicht dem Experimente entnommen ist. Am meisten findet sich dies bei Personen, die keine Erfahrung in chemischen Untersuchungen besitzen. Fälle dieser Art kommen täglich vor. Wenn ich einem Anfänger in der Analyse ein Mineral gebe, mit der Bemerkung, dass er Antimon, Blei und Kali darin zu suchen habe, so bin ich gewiss, dass er Antimon, Blei und Kali findet, trotz der abweichendsten Reactionen, allein über jede Anomalie macht er sich eine Erklärung, mit der er zufrieden ist.

„Ich kenne einen Chemiker, welcher bei einem Aufenthalte in Kreuznach sich mit der Untersuchung der dortigen Salzmutterlauge abgab; er fand darin Jod, er beobachtete, dass die Jodstärke über Nacht feuergelb gefärbt wurde; die Erscheinung fiel ihm auf, er liess sich eine grosse Quantität Mutterlauge kommen, sättigte sie mit Chlor und erhielt durch Destillation eine bedeutende Menge einer Flüssigkeit, welche die Stärke gelb färbte und die äusseren Eigenschaften von Chlorjod besass,

aber in vielen Reactionen mit dieser Verbindung nicht übereinstimmte, alle Abweichungen erklärte er sich aber ganz befriedigend, er machte sich eine Theorie darüber. Einige Monate darauf erhielt er die schöne Arbeit des Herrn Balard, er war im Stande den nämlichen Tag eine Reihe von Versuchen über das Verhalten des Broms zu Eisen, Platin und Kohle bekannt zu machen; denn Balard's Brom stand in seinem Laboratorium als flüssiges Chlorjod signirt. Seit dieser Zeit macht er keine Theorien mehr, wenn sie durch unzweifelhafte Versuche nicht bewiesen und gestützt werden können; ich kann versichern, dass er dabei nicht schlecht gefahren ist.“

Wenn ich nicht sehr irre, war Liebig selbst der Chemiker, welcher das Brom für Chlorjod angesehen hatte und ich meine, auch dieser Umstand trage dazu bei, die Berechtigung Liebig's zur vorstehenden Kritik zweifellos erscheinen zu lassen. Wer an sich selbst die Schädlichkeit übereilter Theorien erfahren hat, wird schwerlich bei Beurtheilung derselben einen zu harten, die Linie der objectiven Kritik überschreitenden Maassstab anlegen.

Wenn nun aber moderne Chemiker Laurent gegen Liebig in Schutz nehmen zu müssen glauben, so liegt der Grund dieses Verfahrens für mich in dem Eingangs erwähnten Umstande.

1) Eine sorgfältige Zusammenstellung der Arbeiten Laurent's giebt, wie in jedem einschlägigen Falle das „Biographisch-Literarische Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften von J. E. Poggen-dorff.“ Leipzig 1858. Artikel Laurent.

2) Ladenburg, Vorträge etc. S. 150.

3) Ueber Laurent's Theorie der organischen Verbindungen. Von J. Liebig. Annalen der Pharmacie. Bd. 25, S. 1—31.

4) „Einen solchen Führer in dem grossen Labyrinth von Thatsachen“ — nämlich der Thatsachen, deren man sich bedient, um die Constitution der organischen Verbindungen festzustellen — „besitzen wir in dem von Berzelius so glücklich befolgten Princip, dass man sich auf Bekanntes stützen müsse, um das Unbekannte zu erforschen und richtig zu beurtheilen, und wir halten daher an dem, schon im Jahre 1817 von Berzelius ausgesprochenen Grundsatz fest: „dass die Anwendung dessen, was über die Verbindungsweise der Grundstoffe in der unorganischen Natur bekannt ist und noch bekannt werden wird, zur Beurtheilung ihrer Verbindungen in der

organischen Natur der Leitfaden ist, durch welchen wir hoffen können, zu richtigen und mit einander übereinstimmenden Vorstellungen von den Zusammensetzungsarten derjenigen Körper zu gelangen, welche unter dem Einflusse der Lebensprocesse hervorgebracht werden, sowie auch derjenigen, welche durch die Verwandlungen dieser Körper auf chemischem Wege entstehen.““

Dr. H. Kolbe: Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie. 1854. S. 15.

Berzelius: Lehrbuch der Chemie. V. Auflage, IV. Bd., S. 33. — Annalen der Pharmacie. Bd. 31, S. 3.

⁵⁾ Die Darstellung des Calciums wurde schon von Davy im Jahre 1809 auf elektrolytischem Wege versucht, gelang aber erst Bunsen im Jahre 1855.

⁶⁾ Es ist hier die wasserfreie Salpetersäure verstanden.

III.

Das Wesen der Substitutionen im Sinne der elektrochemischen Theorie.

Meine Aufgabe ist es noch zu zeigen, welche Bemühungen von Berzelius und seiner Schule gemacht wurden, um die Substitutionsvorgänge mit der elektrochemischen Theorie zu vereinbaren.

Wie schon im vorigen Capitel an verschiedenen Stellen hervorgehoben wurde, ging Berzelius von der Ansicht aus, dass die Kenntniss von der Zusammensetzungsweise unorganischer Verbindungen auch auf die Vorstellung von der Zusammensetzung organischer Körper anzuwenden sei. Die Art nun, wie Berzelius zu dieser Auffassung gelangte, ist von hohem Interesse und zeugt einestheils von der Tiefe, anderntheils von der umfassendsten Allgemeinheit seiner Ideen. Dies und Gründe, welche bei Gerhardt ersichtlich werden, ferner der Umstand, dass Herr Wurtz die Tiefe der Ideen Berzelius' in Abrede stellt, bieten genügend Veranlassung, uns dieser Betrachtung zuzuwenden.

Was sind die Gesetze, durch welche die Verbindung der Elemente in der organischen Natur bestimmt wird? Versetzt die Lebenskraft in der organischen Natur die unorganischen Elemente unter den Einfluss anderer Kräfte, als die sind, welche ihre Verbindungen in der unorganischen hervorbringen?

Diese Fragen beantwortet Berzelius in folgender Weise:

„Man hat von den Lebenserscheinungen angenommen, dass sie auf einer eigenthümlichen, der unorganischen Natur fremden Kraft beruhen, die man Lebenskraft genannt hat. In der lebenden Natur gehen allerdings physische und chemische Erscheinungen vor sich, die so verschieden sind von denen der unorganischen Natur, dass sie wohl zu einer solchen Erklärung zu berechtigen scheinen können; untersuchen wir aber die Einzelheiten in den Wirkungen dieser Kraft, so erkennen wir darin das Spiel der gewöhnlichen Naturkräfte, gestellt unter die Einwirkung einer Menge verschiedenartiger Verhältnisse, wodurch die Ungleichheit in den Wirkungen hervorgerufen wird. Wir sind gewiss noch weit davon entfernt zu begreifen, wie alle Phänomene des Lebens bedingt werden; aber von dem Theil derselben, dessen Entschleierung uns geglückt ist, liegt es uns klar vor Augen, dass, wenn unter Lebenskraft etwas Anderes verstanden wird als die eigenthümlichen, auf verschiedene Weise zusammenwirkenden Umstände, unter denen die gewöhnlichen Naturkräfte in der organischen Natur in Wirksamkeit gesetzt werden, wenn darunter eine eigene, besondere Naturkraft verstanden wird, diese Naturkraft eine Hypothese sein muss, deren Wirklichkeit noch unbewiesen ist und deren Annahme einen der vielen Fälle ausmacht, wo wir, wie Alexander, den Knoten zerhauen, statt ihn zu lösen. Es zeigt sich bald, dass eine einzige allgemeine Lebenskraft für unsere Erklärungen unzureichend wäre, dass wir nicht allein eine besondere, für jede Art von lebenden Wesen annehmen müssen, sondern dass sie auch den Producten des Lebensprocesses mitfolgen würde, nachdem diese von dem lebenden Körper, worin sie entstanden, getrennt worden sind, da sie bei den chemischen Operationen, die wir mit demselben vornehmen, z. B. bei der sogenannten trocknen Destillation, Metamorphosen durchlaufen und neue, nach Art der organischen Natur zusammengesetzte Körper hervorbringen, ohne dem Einfluss der Organe eines lebenden Körpers unterworfen zu sein, indem sie dann nur den in der unorganischen Natur wirkenden Kräften gehorchen. Es bleibt uns also nur

übrig, so weit wir es vermögen, in den organischen Processen die eigenthümlichen Umstände aufzusuchen, unter denen hier die allgemeinen Naturkräfte ihre Wirksamkeit ausüben. Aber dieselben Kräfte setzen dieselben Naturgesetze voraus und daraus folgt, dass, was wir aus den Gesetzen für die Verbindung der Elemente in der unorganischen Natur erfahren haben, auch auf ihre Verbindung in der organischen anwendbar sein muss.

„Da der einzige richtige Gang bei unseren Forschungen der ist, dass wir bei Aufsuchung des Unbekannten uns auf das Bekannte stützen, so muss auch hier der einzige rechte Weg sein, dass wir das, was von den Verbindungsgesetzen in der unorganischen Natur bekannt ist, zur Richtschnur in der Beurtheilung der Vereinigungsweise in der organischen nehmen. Jede andere Art fortzugehen, hiesse der Einbildungskraft freies Spiel lassen, welche in ihrer individuellen Mannigfaltigkeit bald unzählige vergängliche Luftschlösser errichten würde¹⁾.“

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass Berzelius hier, in der Erfassung der Lebenskraft, zu einer Einfachheit und Klarheit gelangt war, zu welcher sich damals nur sehr wenige Forscher erhoben hatten. Im Verfolg dieser Ideen stellt er nun die Ansicht auf, dass sauerstoffhaltige organische Körper als Oxyde von zusammengesetzten Radicalen zu betrachten seien; dies stimme nicht allein in Hinsicht der Verbindungen organischer Oxyde mit unorganischen Basen und Säuren, sondern auch durch die Möglichkeit, den Sauerstoff gegen Schwefel und Salzbilder auszutauschen. Letzterer Umstand wäre, wenn die Wege zur Bewirkung dieses Austausches besser bekannt sein würden, für sich schon hinreichend, diese Ansicht unbestreitbar zu machen.

Dagegen könne man organische Körper nicht betrachten als zusammengesetzt aus Kohlenwasserstoff und Wasser, Kohlenoxyd und Kohlensäure; denn eine solche Verbindungsart habe nichts entsprechendes in der unorganischen Natur.

Bei Deutung der Substitutionserscheinungen geht nun Berzelius ebenfalls von Thatsachen der anorganischen Chemie aus und er gewinnt zunächst für die rationelle Formel der Trichlor-

essigsäure eine Vorstellung durch die der Chlorchromsäure, sowie sie H. Rose aufgestellt hat; dieser betrachtete sie als eine Verbindung von 1 At. Superchlorid mit 2 At. Säure = $\text{Cr Cl}_6 + 2 \text{Cr O}_3$. Die französische Schule aber fasste sie auf als eine Chromsäure, worin 1 At. Sauerstoff gegen 1 Aeq. Chlor ausgetauscht ist. Diese Ansicht sei nun unläugbar die einfachste, aber es werde ihr von der eigentlichen Substitutionstheorie, in dem Sinne genommen, worin diese Benennung gewöhnlich gebraucht wird, widersprochen, weil das Chromsuperchlorid durch Chlorverbindungen von anderen Radicalen substituirt werden kann, gleichwie in dem Eisenoxydoxydul das Eisenoxydul durch Manganoxydul, Zinkoxyd, Magnesiumoxyd u. s. w., das Eisenoxyd durch Chromoxyd, Manganoxyd, Thonerde ersetzt werden kann.

Dumas' Acide chlor-acetique gehöre nun offenbar zu derselben Classe von Verbindungen. Das Radical Kohlenstoff ist darin verbunden mit Sauerstoff und mit Chlor. Sie kann auf der einen Seite Oxalsäure sein, worin die Sauerstoffäquivalente zur Hälfte durch eine gleiche Anzahl von Chloräquivalenten ersetzt sind, und auf der anderen Seite eine Verbindung von 1 At. Oxalsäure mit 1 At. Kohlensesquichlorid $\text{C}_2 \text{Cl}_6$. Die erstere Erklärung könne aber deshalb nicht als passend erscheinen, weil sie einen Austausch von $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff voraussetze und weil das Atomgewicht des neuen Körpers doppelt so gross sei, als diese Ansicht voraussetze.

Dumas gebe nun eine dritte Ansicht, die mit den beiden vorhergehenden unvereinbar ist und zufolge welcher das Chlor nicht mehr den elektronegativen Sauerstoff ersetzt, sondern den elektropositiven Wasserstoff; es werde ein Kohlenchlorid, $\text{C}_4 \text{Cl}_6$, angenommen, welches dieselben Eigenschaften wie das zusammengesetzte Radical $\text{C}_4 \text{H}_6$ oder Acetyl habe und welches in Verbindung mit 3 At. Sauerstoff eine Säure bilde, die im Wesentlichen mit der Acetylsäure übereinstimme.

Ohne jedoch im Voraus entscheiden zu wollen, welche von diesen drei Ansichten am längsten die Prüfung aushalte, so habe er doch daran erinnern wollen, dass die von Dumas entdeckte

Verbindung nicht einzig in ihrer Art sei, und dass die durch die gemeinschaftliche Verbindung eines Radicals mit Chlor und Sauerstoff entstehenden Zusammensetzungen noch auf andere Weise betrachtet werden könnten, als von Dumas angenommen worden sei; „denn es ist wichtig, dass Speculationen hierüber nicht ausschliesslich nach einer einzigen Seite hin gerichtet werden, wodurch einseitige und fehlerhafte Theorien entstehen können, da es als ziemlich entschieden angenommen werden kann, dass eine theoretische Ansicht, welche nicht alle Verbindungen derselben Art umfasst und gleich wahrscheinlich erklärt, selbst nicht versuchsweise in der Wissenschaft angenommen werden darf²⁾.“

In Anwendung dieser Ideen giebt hierauf Berzelius eine übersichtliche Zusammenstellung der hier in Frage kommenden Verbindungen; er unterscheidet dabei Verbindungen des Chlors mit einfachen und mit zusammengesetzten Radicalen; zu den ersteren rechnet er unter andern:

die von Regnault entdeckte $S Cl_3 + 2 S O_3$,
 die von H. Rose entdeckte $S Cl_3 + 5 S O_3$,
 J. Davy's Phosgen $C Cl_2 + C O_2$,
 Dumas' Chloressigsäure $C_2 Cl_6 + C_2 O_3$,
 die von H. Rose entdeckte $Cr Cl_3 + 2 Cr O_3$.

Von den Verbindungen des Chlors mit zusammengesetzten Radicalen wären hervorzuheben:

$2 C_4 H_6 Cl_3 + C_4 H_6 O_3$, von Malaguti durch Einwirkung von Chlor auf Aether erhalten.

$C_2 H_2 Cl_3 + C H_3 O_3$, von Laurent durch Behandlung von essigsaurem Methyloxyd mit Chlor dargestellt.

$C_{14} H_{10} Cl_3 + 2 C_{14} H_{10} O_3$, Chlorbenzoyl von Liebig und Wöhler u. s. w.

Diese Formulirungen Berzelius' fanden jedoch nur geringe Anerkennung und nicht mit Unrecht. Die Grundanschauung, dass die auf dem Felde der anorganischen Chemie gewonnenen Vorstellungen zur Deutung der Zusammensetzung organischer Körper anzuwenden seien, ist sicherlich richtig und unwiderlegbar, sie ist auch thatsächlich begründet durch die Aehnlich-

keit der Natur ganzer Reihen von Elementen. Aber die Art der Durchführung dieser Idee dürfte in Bezug auf die Substitutionen als verfehlt anzusehen sein. Zwischen der Chlorchromsäure und der Trichloressigsäure besteht weder in dem Verhalten noch in dem Vorgange der Bildung Aehnlichkeit; letztere beschränkt sich lediglich auf die äusserliche, willkürliche Gruppierung der Formel und erinnert dies lebhaft an De la Rive's Bemerkung*). Was Berzelius durchzuführen sucht, ist, dass das Chlor als ein elektronegativer Körper niemals an die Stelle des Wasserstoffs treten und dessen Function erfüllen könne. Er leitet deshalb die Trichloressigsäure ab von zwei Molecülen Oxalsäure, worin der Sauerstoff des einen Molecüls durch eine äquivalente Menge Chlor ersetzt ist. In dieser Weise erschienen die Thatsachen den bisherigen elektrochemischen Vorstellungen entsprechend, denn Chlor und Sauerstoff sind elektronegative Körper und besitzen in ihrem ganzen Wesen mannigfache Aehnlichkeit; das Unerklärte aber blieb, wie durch Einwirkung von Chlor auf Essigsäure Oxalsäure entstehen sollte. Das das Wesen der Substitutionen Ausmachende ist eben der Eintritt von Chlor an die Stelle von Wasserstoff und dies lässt sich durch eine blosse Formelgruppierung nicht abweisen³⁾.

Indess wurden die Aufstellungen Berzelius' noch von andern Gesichtspunkten aus zurückgewiesen; und hier sind namentlich die Aeusserungen Liebig's, der doch in seinen Grundanschauungen mit Berzelius übereinstimmte, von besonderer Bedeutung.

In der Anmerkung, welche die Abhandlung Berzelius' schliesst, sagt Liebig: „Im Interesse der Sache selbst glaube ich erklären zu müssen, dass ich die Ansichten von Berzelius nicht theile, weil sie auf einer Menge von hypothetischen Voraussetzungen beruhen, für deren Richtigkeit jede Art von Beweis fehlt. Man hat in der unorganischen Chemie die sonderbare Erfahrung gemacht, dass das Mangan in der Uebersäure durch Chlor vertreten werden kann, ohne die Form der Verbindungen zu ändern, welche die Uebersäure mit den Basen

*) Vergl. Grundlage der modernen Chemie. S. 105.

zu bilden vermag. Eine grössere Unähnlichkeit in den chemischen Eigenschaften kann es kaum geben, als die zwischen Mangan und Chlor; an eine Erfahrung dieser Art lässt sich keine Discussion knüpfen, wir sind gezwungen, die Thatsache für das gelten zu lassen, was sie an und für sich ist; Chlor und Mangan können sich in gewissen Verbindungen vertreten, ohne Aenderung der Natur der Verbindung. Ich sehe nicht ein, warum ein ähnliches Verhalten für andere Körper, für Chlor und Wasserstoff z. B., für unmöglich gehalten werden soll, und gerade die Auffassung dieser Erscheinungen, so wie sie von Dumas hingestellt wird, scheint mir den Schlüssel zu den meisten Erscheinungen in der organischen Chemie abzugeben. Ohne zu leugnen, dass sich in einer grossen Anzahl von Verbindungen die Körper nach ihrer Stellung in der elektrischen Reihe vertreten, glaube ich, dass aus dem Verhalten der organischen Verbindungen der Schluss gezogen werden muss, dass eine allgemeine gegenseitige Vertretung von einfachen sowohl als von zusammengesetzten, nach Art der isomorphen Körper, als ein durchgreifendes Naturgesetz anzusehen ist, dass sogar eine gegenseitige Vertretung stattfindet zwischen Körpern, die weder eine ähnliche Form noch eine ähnliche Zusammensetzung besitzen. Diese Vertretung hängt ausschliesslich von der chemischen Kraft ab, die wir Verwandtschaft nennen, und wenn zwei Körper sich mit einander verbinden, von denen der eine einfach ist und der andere nicht, oder welche beide zusammengesetzt sind, so ist der Vorgang absolut derselbe, als wenn sie beide einfach wären. Dass nach vorgegangener Vereinigung Umsetzungen der Elemente bei vielen Körpern vor sich gehen, dies hat mit dem Act der Verbindung selbst nicht das Geringste zu thun.

„Ich habe deshalb das Chlorhydrat als Wasserstoffhyperoxyd betrachtet, in welchem die Hälfte des Sauerstoffs ersetzt ist durch Chlor, und nehme ebenfalls die Formel $\text{Cr} \begin{Bmatrix} \text{O}_2 \\ \text{Cl}_2 \end{Bmatrix}$ als den einfachsten und den wahrsten Ausdruck für die Zusammensetzung des sogenannten chromsauren Chromchlorids an; ich

glaube ferner, dass die Verbindung von H. Rose, $\text{S Cl}_6 + 5 \text{S O}_3$, aus $\text{S} \begin{Bmatrix} \text{O}_2 \\ \text{Cl}_2 \end{Bmatrix} + \text{S O}_3$ besteht, und dass in Metalloxyden ein Theil des Sauerstoffs durch Chlor oder Schwefel ersetzt werden kann. Ich gestehe zuletzt, dass ich keine Vorstellung über die Constitution und das Verhalten des Benzamids habe, wenn das Chlorbenzoyl nach der Formel $\text{C}_{14} \text{H}_{10} \text{Cl}_6 + 2 \text{C}_{14} \text{H}_{10} \text{O}_3$ zusammengesetzt betrachtet wird ⁴).

Bei einer anderen Gelegenheit bemerkt Liebig: „Berzelius hat in der organischen Chemie schon vor vielen Jahren die Analogie zwischen den unorganischen und organischen Körpern geltend gemacht. Er ist der erste gewesen, der die organischen Säuren, den Aether etc. als Oxyde zusammengesetzter Radicale betrachtet hat. Diese Ansicht war ein Leitstern in einem Labyrinth, in dem sich Niemand zurecht zu finden wusste. Wir können und dürfen diesen Führer nicht verlassen in allen Fällen, wo er uns Licht giebt und Unbekanntes aufklärt. Allein wenn auch die organischen Verbindungen in gewisser Richtung betrachtet, den unorganischen gleichen, so weichen sie in unzähligen andern davon ab; sie besitzen Eigenthümlichkeiten, die wir gelten lassen müssen, weil wir sie nicht erklären können. Dieses Geltenlassen führt nun zu weiteren Ansichten, in ihm liegt von selbst die Fortbildung, die Erweiterung und Vervollkommnung unserer Begriffe. Bis zu einem bestimmten Punkt folgen wir also den Principien der unorganischen Chemie, aber über diesen Punkt hinaus, wo sie uns verlassen, wo sie, anstatt Verwicklungen zu lösen, Verwicklungen schaffen, über diesen Punkt hinaus bedürfen wir neuer Principien.“

Diese Erwägungen des bedeutendsten Chemikers Deutschlands verhallten natürlicherweise nicht ohne bedeutenden Eindruck zu machen; sie verschafften der Substitutionstheorie auch dort Eingang und Anerkennung, wo die phrasenreiche Beredsamkeit der französischen Chemiker wirkungslos geblieben wäre; man darf jedoch dieselben auch nicht überschätzen. Denn wenn auch Liebig die Thatsache der Substitutionen unumwunden anerkannt hatte, so war er doch weit entfernt, die Folgerungen

Dumas' oder Laurent's daraus zu ziehen, er hatte damit noch nicht die „Theorie“ anerkannt. Man sieht dies am besten daraus, dass er nach jenen Aussprüchen und in demselben Bande, in welchem er die Abhandlung über das Gesetz der Substitutionen und die Theorie der Typen von Dumas zum Abdruck brachte, auch sofort das Irrige der Consequenzen und somit, wenigstens indirect, das der Grundlage nachwies. Derselbe brachte ferner den interessanten Brief des Herrn S. C. H. Windler aus Paris, in welchem die ganze Theorie mit dem köstlichsten Sarkasmus gezeiselt ist⁵⁾.

Indess brachten neue Erfahrungen neue Verwicklungen und die Deutung, welche Berzelius gegeben hatte, verlor immer mehr an Wahrscheinlichkeit. Im Jahre 1842 entdeckte M e l s e n s, dass durch Einwirkung von Kaliumamalgam auf Trichloressigsäure bei Gegenwart von Wasser, also durch nascirenden Wasserstoff das Chlor wieder durch Wasserstoff ersetzt und so die ursprüngliche Essigsäure regenerirt werde; hieran schlossen sich dann noch die Beobachtungen von K o l b e, welche ergaben, dass auch der durch Elektrolyse aus dem Wasser freiwerdende Wasserstoff solche rückwärtsgehende Substitutionen bewirke. Damit war der Beweis von dem Statthaben der Substitutionen nach beiden Seiten hin geführt; man hatte erstens bewiesen, dass Chlor an die Stelle des Wasserstoffs ohne besondere Aenderung der Haupteigenschaften treten könne, man hatte ferner gesehen, dass aus dem Substitutionsproduct das Chlor wieder entfernt und durch Wasserstoff ersetzt werden könne.

Doch vermochte auch diese letztere Thatsache die Ueberzeugung Berzelius' von der Richtigkeit der elektrochemischen Theorie nicht zu erschüttern. Man würde jedoch diesen grossen Mann sehr missverstehen, wenn man seinen Widerstand nur der Gewohnheit der Meinung⁶⁾ oder der Vorliebe zu seiner eigenen Theorie zuschreiben würde; denn in der That sind durch die Substitutionslehre noch viel wichtigere Punkte in Frage gestellt.

Um oben erwähnten Thatsachen Rechnung zu tragen, übertrug Berzelius seine Auffassung der Trichloressigsäure als einer mit Kohlenstoffchlorid gepaarten Oxalsäure auf die Con-

stitution der Essigsäure; eigentlich war sie ihm Acetylsäure, d. h. die Sauerstoffverbindung des Radicals Acetyl $C_4H_6 + 3O$; nun erscheint ihm auch eine andere Auffassung zulässig; er meint: „Wenn wir uns die Zersetzung der Acetylsäure durch Chlor zu Chloroxalsäure ins Gedächtniss zurückrufen, so bietet sich noch eine andere Ansicht von der Zusammensetzung der Acetylsäure als möglich dar, nach welcher sie nämlich eine gepaarte Oxalsäure, deren Paarling C_2H_6 ist, gleichwie der Paarling in der Chloroxalsäure C_2Cl_6 ist, demzufolge die Einwirkung des Chlors auf die Acetylsäure in der Verwandlung des Paarlings von C_2H_6 zu C_2Cl_6 bestehen würde.“ Diese Ansicht stehe in keinem Widerspruch mit den Verbindungen zwischen Acetyl und Chlor, auf welche alle sie anwendbar sei mit der Annahme, dass der Paarling dem Radical folge⁷⁾.

Damit war allerdings das Thatsächliche der Substitution zugegeben, anerkannt, dass Chlor an die Stelle von Wasserstoff in organische Verbindungen eintreten und dessen Rolle spielen könne. Und es ist nicht zu leugnen, dass von diesem Gesichtspunkte aus der Streit sich zu Ungunsten der Berzelius'schen Auffassung entschieden hatte. Dennoch erwies sich der Begriff der Paarlinge, der allerdings dem Worte nach von Gerhardt⁸⁾ stammte und welcher in der von Berzelius gebrauchten Anwendung bespöttelt⁹⁾ worden ist, als ein höchst fruchtbarer. Von ihm datirt ein neuer Aufschwung der Radicaltheorie; es gelang Kolbe unter Annahme der Substitution die organischen Säuren, die Aldehyde, Acetone, Alkohole u. s. w. in einfachster Weise von der Kohlensäure abzuleiten¹⁰⁾. Indess ist die weitere Entwicklung der classischen Chemie, so wie sie von Kolbe eingeleitet und bis auf den heutigen Tag fortgeführt worden ist, zunächst nicht Gegenstand dieser Schrift.

Aber hier haben wir noch zu untersuchen, wie eine neue, mit der bestehenden Auffassung scheinbar nicht zu vereinende Thatsache beschaffen sein muss, wenn sie den Sturz eines naturwissenschaftlichen Lehrgebäudes herbeiführen soll, von welcher Beschaffenheit insbesondere die Begriffe sein müssen, welche denselben bedingen. Es hat mir geschienen, dass man, nament-

lich in letzter Hinsicht, vielfach von unbegründeten und unklaren Voraussetzungen ausgegangen ist. Es wird sich deshalb empfehlen, zum Zwecke der Orientirung sich auf das Gebiet einer anderen Wissenschaft zu begeben, wo die hier in Betracht kommenden Punkte bereits mit entsprechender Klarheit und Sicherheit bestimmt sind. Ich wähle hierzu die umfassendste aller Wissenschaften, die Philosophie, und stütze mich auf die Ausführungen L. Feuerbach's, als des zuverlässigsten Führers in ihren vielfach verschlungenen Gängen; ihm selbst war hierin zunächst Hegel Muster und Vorbild¹¹⁾, er ging aber darin über Hegel hinaus, dass er dessen eigene „absolute“ Philosophie auch nur als eine besondere Entwicklungsphase des allgemeinen Erkenntnissprocesses erkannte und bestimmte.

Verfolgt man die Geschichte der Philosophie, so erscheint es auf den ersten Blick, als ob in den verschiedenen Systemen die verschiedensten, sich widerstreitendsten Ansichten nach und nach zur Geltung gelangt wären. Indess ist ihre Geschichte keineswegs eine Geschichte von zufälligen, subjectiven Meinungen, kein Repertorium von mitunter selbst abentheuerlichen Voraussetzungen, sondern sie weist einen nothwendigen, vernünftigen Fortgang auf, sie ist ein ununterbrochen fortlaufender Erkenntnissact; das Princip eines Systems ist gleichsam eine Phase der Wahrheit selbst; daher enthält die spätere, reichere Philosophie stets die Principien der früheren Systeme ihren wesentlichsten Bestimmungen nach in sich.

Die philosophischen Systeme sind keine Thesen, die das Individuum nach eigenem Gutdünken und Ermessen aufstellt, so dass eine Widerlegung in dem Sinne stattfinden könnte, dass das Widerlegte als ein reiner gegenstandloser Irrthum oder gar Unsinn sich in Nichts auflöste. Sie sind nothwendige, unumgängliche Standpunkte der Erkenntniss. Jede Philosophie hat darum ein allen Ein- und Angriffen sich entziehendes Heiligthum, einen absolut unwiderleglichen Kern in sich.

Die philosophischen Systeme erfuhren aber nun von jeher eine doppelte Kritik: die Kritik der Erkenntniss und die Kritik des Missverständes. Die Widerlegung, welche die Kritik der

Erkenntniss charakterisirt, besteht entweder darin, dass der Begriff, der das Princip eines philosophischen Systems bildet, und in ihm für den absoluten, einzig wahren Begriff gilt, nur als ein bestimmter aufgezeigt wird oder darin, dass in einem Princip, das auf Totalität Anspruch machen will, der Mangel eines wesentlichen Momentes nachgewiesen wird, oder darin, dass die Bedeutung, die Stellung und Ausdehnung, die dem Grundbegriffe eines Systems in seiner wirklichen Entwicklung gegeben wird, im Widerspruche mit der Bedeutung erkannt wird, die er an sich, in der Idee des Systems hat, oder darin, dass gezeigt wird, dass die Leistungen eines Principis hinter den Forderungen zurückbleiben, die es an sich selbst stellt.

Die Kritik des Missverständes dagegen begreift das Princip eines Systems nicht, sie steht demselben kalt, fremd gegenüber, sie identificirt sich nicht mit demselben, sie hat stets andere Dinge im Kopf, als der Gegner; sie kann seine Ideen sich nicht assimiliren.

In derselben Weise nun lässt sich in den Naturwissenschaften eine Entwicklung der Ideen nachweisen und es ist auch hier die Aufgabe des Historikers, den Faden derselben zu erfassen und zu verfolgen. Die Lavoisier'sche Verbrennungstheorie z. B. erscheint allerdings flüchtig betrachtet als ein totaler Umsturz; der Chauvinismus hat sich auch mit dieser Wahrnehmung begnügt, denn er war dadurch befriedigt. Eine genaue Untersuchung dagegen hat gezeigt, „dass die antiphlogistische Theorie nach Princip und Material die Frucht der phlogistischen ist.“

„Die antiphlogistische Theorie ist nichts weniger als der Anfang einer neuen Wissenschaft, ja nicht einmal ein Sprung aus der alten Chemie in die Chemie der Neuzeit, sondern ein Stadium einer sich allmählig und stetig vollziehenden Entwicklung, das Glied einer Kette mit Vorhergehendem und Nachfolgendem eng und unlöslich verbunden.“

Würden wir hier den Untersuchungen Volhard's vollständig beistimmen, so hätte Lavoisier lediglich erkannt, dass das Phlogiston als Princip zur Erklärung der Verbrennung un-

genügend sei, weil eine Seite des Vorgangs, nämlich die Gewichtsvermehrung, im Widerspruche mit demselben stand; er habe ferner gezeigt, dass der von Priestley und Scheele entdeckte Sauerstoff der Träger der Verbrennung sei; seine Theorie ist eine Frucht erweiterter Erkenntniss, indem dieselbe nicht allein bereits Erklärtes umfasste, sondern eine noch dunkle Seite des Vorganges aufhellte¹²⁾.

Die Kritik aber, welche das Berzelius'sche System durch Dumas erfahren hat, war eine Kritik des Missverständes und seine darauf gegründete Theorie ein Product desselben.

Dumas erkennt eine organische Entwicklung der Wissenschaft nicht an, er erkennt nur verschiedene Ansätze, Sprosse, die da und dort zufällig hervorkommen, um anderen ebenso zufälligen wieder Platz zu machen. Sein geschichtlicher Sinn offenbart sich in den Worten:

„C'est l'influence de la nature des molécules que Lavoisier a si bien définie; c'est celle de leur poids que M. Berzelius a caractérisée par ses immortals travaux. On peut dire que les découvertes de M. Mitscherlich se rapportent à l'influence de leur forme, et l'avenir prouvera si les travaux actuels des chimistes français sont destinés à nous donner la clef du rôle qui appartient à leur position;“

sein logischer in:

„Voilà donc en présence deux systèmes: l'un qui attribue le rôle principal à la nature des éléments, l'autre qui le réserve pour le nombre et l'arrangement des équivalents. Poussé à l'extrême, chacun d'eux, suivant mon opinion, se trouverait conduire à l'absurde¹³⁾“ *).

Bei seiner grossen Oberflächlichkeit war Dumas nicht im Stande, sich die Frage vorzulegen, noch weniger dieselbe zu lösen: wie denn ein naturwissenschaftlicher Begriff beschaffen sein muss, der bestimmt ist, einen veralteten aber wahren zu ersetzen. Ein echter naturwissenschaftlicher Begriff drückt eben eine bestimmte, nothwendige Phase in der Erkenntniss der Natur aus; wird man nun genöthigt durch eine Reihe neuer

*) Vergl. Grundlage der modernen Chemie. S. 97.

Erfahrungen denselben durch einen neuen, wahren Begriff zu ersetzen, so muss dieser die erklärenden Momente des ersteren vollständig, aber in allgemeinerer, weitere Erkenntniss in sich schliessender Form enthalten. Die Chemie unserer Zeit wird nun durch die Vorstellung von Elementen bestimmt; den Grund der Verschiedenheit der Natur der Elemente ersah Berzelius, und, wie wir annehmen, mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, in ihrem verschiedenen elektrochemischen Verhalten. Dass aber die Existenz verschiedener Elemente nur begründet ist in der Verschiedenheit ihrer Natur, das ist das Axiom, welches, wenn auch unausgesprochen, unsere ganze Vorstellung beherrscht.

Die Substitutionstheorie behauptet aber, dass die Lagerung in erster, die Natur in zweiter Linie bestimmend sei; sie greift also nicht nur die elektrochemische Theorie, sondern das Axiom an, worauf dieselbe sich stützt, wovon dieselbe eine Consequenz ist. Daraus geht mit logischer Nothwendigkeit hervor, dass jene Theorie in ihrem Princip absolut falsch ist; denn wir können uns eine Chemie ohne Elemente nicht vorstellen, wir können uns dermalen ohne diesen Begriff nicht behelfen.

Nun haben wir aber früher schon gesehen, dass jene Theorie nur einen sehr beschränkten Kreis von Erscheinungen erklärt, dass sie innerhalb dieses beschränkten Kreises zur Erklärung noch eine Reihe unbewiesener Hypothesen bedarf, dass sie That-sachen willkürlich dreht und wendet, dass sie denselben Zwang anthut, ja dass sie Grundgesetze der Chemie frevelnd verletzt.

Wenn wir also die Substitutionen erklären wollen, so müssen wir von dieser Theorie ganz absehen.

Kolbe ist der Ansicht, dass man die Frage, ob der elektro-positive Wasserstoff und das elektronegative Chlor in einem Zustand existiren, wo sie sich ihrer elektrochemischen Eigenschaften so weit entäusserten, dass sie sich in ihren Verbindungen vertreten könnten, bejahen dürfe. Es sei eine längst bekannte Thatsache, dass manche Elemente im freien Zustande andere und zwar schwächere Affinitäten besässen, als im Momente ihres chemischen Freiwerdens. So könne der Wasserstoff im *status nascens* die Salpetersäure desoxydiren, während er, im gas-

förmigen Zustände einmal abgeschieden, dieselbe völlig unverändert lasse. Daraus gehe hervor, dass der einmal abgeschiedene Wasserstoff einen anderen Platz in der elektrochemischen Spannungsreihe einnehme, als der im *status nascens* befindliche; es sei mit anderen Worten der Wasserstoff nicht absolut elektropositiv; eine analoge Vorstellung lasse sich auf das elektronegative Chlor anwenden.

Den unzweideutigsten Beweis für die Annahme, dass ein und derselbe Körper unter gleichen äusseren Umständen bald starke Verwandtschaftskräfte äussere, bald als indifferenten Körper sich zeige und so einen durchaus verschiedenen elektrochemischen Charakter annehme, liefere der amorphe Phosphor, der in seinem chemischen Verhalten ein so grosses Abweichen von dem normalen aufweise, dass man beide für verschiedene Elemente halten würde, wenn man sie nicht in einander überführen könnte. Nach solchen Erfahrungen dürfe man die Möglichkeit nicht bezweifeln, dass auch Wasserstoff und Chlor in einem anderen Zustande existiren könnten als in dem gewöhnlichen; sie könnten da, wo sie einander substituirt, in ihren Eigenschaften so ähnlich sein, als etwa Sauerstoff und Schwefel. Sollte sich diese Ansicht als richtig erweisen, so würde damit der Widerspruch, in dem die Substitutionserscheinungen mit der elektrochemischen Theorie zu stehen scheinen, gehoben sein. Immerhin aber würde man leichtsinnig handeln, wollte man auf Grund einer einzigen Thatsache sogleich eine Theorie verwerfen, welche sich bis jetzt als zuverlässige Führerin in der Wissenschaft bewährt hat. Manche paradoxe Erscheinung habe erst in späterer Zeit eine befriedigende Erklärung gefunden¹⁴⁾.

Einen weiteren werthvollen Beitrag zur Erkenntniss dieser Erscheinungen lieferte Mohr; das Verdienstvolle desselben besteht in der strengen Sonderung und Unterscheidung. Mohr macht darauf aufmerksam, dass man unter Substitution die ungleichartigsten Erscheinungen zusammengefasst habe. So habe Dumas als einen Fall der Substitution

die Ameisensäure . . $C_2 H O_3$
und die Chlorameisensäure $C_2 H Cl_3$

aufgeführt; hier werde der Sauerstoff durch Chlor vertreten. Dies sei aber viel leichter zu begreifen und nicht zu verwechseln mit der Vertretung des Wasserstoffs durch Chlor. Man könne sich deshalb auch den Widerspruch von Berzelius erklären, „der gewiss die Thatsache nicht in Abrede stellte, aber sich doch nicht ein Naturgesetz von so seltsamer Form ohne Entschuldigung wollte in die Hand drücken lassen.“

Mohr unterscheidet Substitutionen durch Gleichartiges und Substitutionen durch Ungleichartiges. Zu den ersteren gehören die Vertretung des Wasserstoffs durch Metalle, des Sauerstoffs durch Haloide und deren Verwandte, Schwefel, Selen u. s. w.; von den letzteren haben wir nur den einen Hauptfall, die Vertretung des Wasserstoffs durch Chlor oder Haloide überhaupt. Diese Thatsache als feststehend zugegeben, so könne man doch darin nur etwas höchst Unbegreifliches finden, dass sich Elemente von so entgegengesetzter, feindseliger Natur ohne Veränderung in den wesentlichen Eigenschaften vertreten können. Dass Jod durch Brom, dieses durch Chlor vertreten werde, sei wegen der Aehnlichkeit der Eigenschaften leicht zu begreifen, ebenso dass Schwefel durch Selen, Natrium durch Kalium, Kalk durch Baryt, Salpetersäure durch Schwefelsäure verdrängt und vertreten werden, sei ohne Schwierigkeit einzusehen; dagegen würde es sehr seltsam erscheinen, wenn man Kali durch Schwefelsäure, Baryt durch Salpetersäure, Kalk durch Phosphorsäure wollte vertreten lassen und das seien ganz ähnliche Voraussetzungen wie bei der Vertretung von Wasserstoff durch Chlor. „Das Unbegreifliche lag darin, dass man diese beiden so sehr verschiedenen Fälle in einen zusammenwarf, und dass man das Unerklärliche mit dem Selbstverständlichen erklären wollte.“

Die Ursache der Substitutionen sucht nun Mohr in der verschiedenen Verwandtschaft, welche die Componenten der aufeinander einwirkenden Verbindungen gegenseitig äussern. Es entstehen dadurch drei ganz verschiedene Fälle von Substitution:

1) Der verdrängende Körper hat starke Verwandtschaft zu dem verdrängten, aber schwache zu dem Rest; es müssen dann

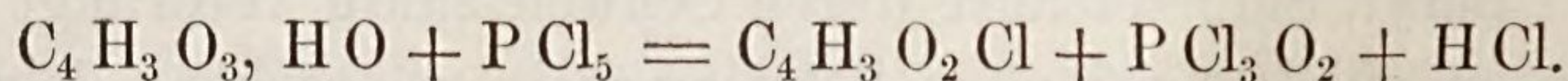
zwei Atome Chlor verwendet werden, um ein Atom Wasserstoff zu ersetzen, z. B. in der Chloressigsäure und in anderen Kohlenwasserstoffen.

2) Der verdrängende Körper hat geringe Verwandtschaft zu dem zu verdrängenden, und ebenso zu dem Rest; in diesem Falle muss der verdrängende einen Körper mitbringen, der grössere Verwandtschaft zu dem zu verdrängenden hat, als er selbst. Auch hier wirken zwei Atome aber ungleichartige, z. B. Chloräthyl und Schwefelkalium. Der Schwefel bringt das Kalium mit, welches grosse Verwandtschaft zu Chlor hat; es entsteht also Chlorkalium und Schwefeläthyl.

3) Der verdrängende Körper hat keine Verwandtschaft zu dem verdrängten, aber starke zu dem Rest; in diesem Falle genügt ein Atom, um ein Atom auszuscheiden und zu ersetzen. Beispiel: Jodkalium und Chlor.

In organischen Verbindungen könne nun Chlor zugleich in zweierlei Qualität vorhanden sein: Sauerstoff und Wasserstoff vertretend.

Behandelt man Eisessig mit Phosphorsuperchlorid, P Cl_5 ($\text{O} = 8$), so findet Zersetzung statt nach der Gleichung:



In der Verbindung $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2\text{Cl}$ stehe 1 At. Chlor an Stelle von 1 At. Sauerstoff; sie führt den Namen Acetylchlorid nach der Theorie der sauerstoffhaltigen Radicale, worin Acetyl $= \text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$ gesetzt wird, oder Acetyloxychlorid, wenn man das Radical C_4H_3 annehme. Man könne beides mit gleicher Sicherheit thun, da keines dieser Radicale existire.

In der Monochloressigsäure $\text{C}_4\text{H}_2\text{ClO}_3$ stehe Chlor an Stelle von 1 At. Wasserstoff durch ungleichartige Substitution. Behandle man diese mit P Cl_5 , so erhält man die Verbindung $\text{C}_4\text{H}_2\text{ClO}_2\text{Cl}$ oder das Monochloracetylchlorid, darin ist 1 At. Chlor statt Wasserstoff und 1 Atom statt Sauerstoff vorhanden.

In der organischen Chemie werde nun vorzugsweise die Ersetzung des Wasserstoffs durch Chlor oder die Vertretung im Radical selbst mit dem Namen Substitution bezeichnet. „Sie ist

ihrem inneren Wesen nach aus zwei Momenten zusammengesetzt: das Chlor verbindet sich zuerst mit dem zu verdrängenden Wasserstoff zu Chlorwasserstoff und ein anderer Theil des Chlors setzt sich an die Stelle des Wasserstoffs.“ „Die Substitution erklärt sich durch die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, die in der unorganischen Chemie ermittelt ist ¹⁵⁾.“

Mohr hat hier, nach meiner Meinung, den Cardinalpunkt im Wesen der Substitution aufgedeckt, hier ist auch die Stelle, wo diese Erscheinungen uns klar und durchsichtig erscheinen, hier hat deshalb auch die Erklärung anzuheben.

Die französischen Chemiker ersahen das Wesen in dem allen Erfahrungen widersprechenden Theil, nämlich in dem Ersatz des Wasserstoffs durch Chlor; die ihnen eigenthümliche Neigung zu einseitigen Abstractionen, verbunden mit dem ererbten antihistorischen Sinne erzeugten nun jene Theorien, welche sich in diametralem Gegensatze zu dem bereits Erkannten bewegten. Der deutsche Chemiker mit seinem conservativen Sinne, mit seiner Neigung an bereits Erkanntem anzuknüpfen, Neues darauf zurückzuführen, ersieht auch die den bisherigen Vorstellungen entsprechende Seite, erblickt den Grund der Substitution in der Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff.

Von hier aus gesehen ist es nun auch leicht, ein tieferes Verständniss anzubahnen, wenn man der Deutung der fraglichen Erscheinungen den Molecularbegriff zu Grunde legt. Mohr würde ganz sicherlich zu der nachfolgenden Auffassung gekommen sein, wenn er sich nicht gegen diesen Begriff aus allzu grosser Vorsicht ablehnend verhielte ¹⁶⁾.

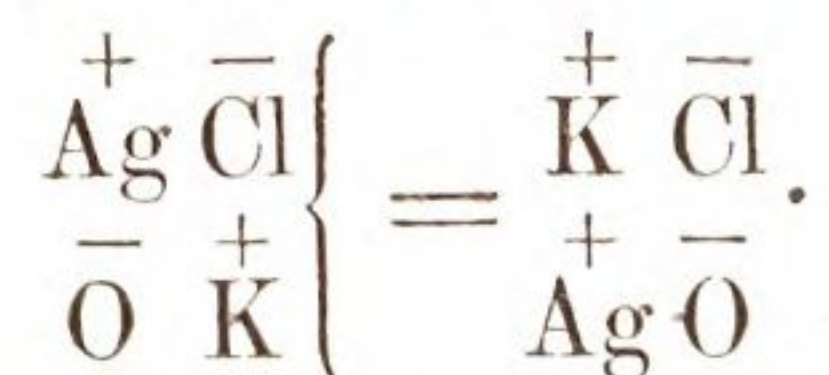
Man versteht bekanntlich unter Molecül die kleinste Menge eines Elementes oder einer Verbindung, welche im freien Zustande existiren kann. Die Molecüle von Elementen und Verbindungen sind dadurch auf einen gemeinsamen Gesichtspunkt zurückgeführt, sie sind dadurch etwas Vergleichbares geworden und unterscheiden sich von einander sehr einfach dadurch, dass erstere chemische Vereinigungen gleichartiger, letztere chemische Vereinigungen ungleichartiger Atome sind. Es ist hier nicht der Ort, den Werth dieser Vorstellung eingehend nachzuweisen;

es genügt darauf aufmerksam zu machen, dass dieselbe einen Bestandtheil aller heute bestehenden Theorien bildet.

Es ist nun klar, dass, wenn das Molecül eines Elementes eine chemische Verbindung gleichartiger Atome ist, in diesem auch dieselben chemischen Kräfte wirksam sein müssen, welche in dem Molecül von ungleichartigen Atomen wirksam sind. Nach der Vorstellung der elektrochemischen Theorie ist nun die Ursache der chemischen Vereinigung der elektrochemische Gegensatz, die ungleichartigen Atome legen sich mit ihren entgegengesetzten Polen an einander und halten sich mit entsprechender Kraft fest. Es muss demgemäss in den zu einem Molecül vereinigten gleichartigen Atomen ebenfalls ein elektrochemischer Gegensatz vorhanden sein, der die Ursache ihrer chemischen Vereinigung ist. Diese Vorstellung erscheint also lediglich als die logische Consequenz der ersteren, sie steht und fällt mit jener; sie ist im Uebrigen bereits vollständig in den Voraussetzungen Berzelius' enthalten, nach welcher „einfache und zusammengesetzte Atome elektrisch polarisch sind; der eine Pol hat bei den meisten derselben eine überwiegende Kraft, die hinsichtlich des Grades des Uebergewichts bei ungleichen Körpern sehr ungleich ist. Diejenigen, bei denen der $+$ -Pol vorherrschend ist, nennen wir elektropositive und die, bei denen der $-$ -Pol prädominirt, elektronegative Körper.“ Das Molecül ist also eine wesentlich chemische Vorstellung, was schliesslich noch daraus hervorgeht, dass wir es nicht durch mechanische, sondern nur durch chemische Kräfte theilbar annehmen.

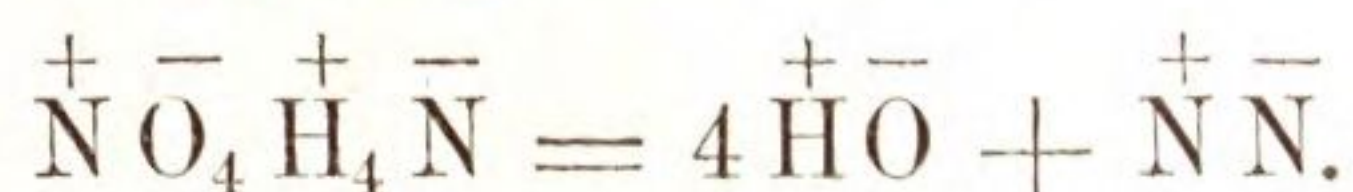
Diese Vorstellung ist nun auch in ihrer specielleren Fassung keine wesentlich neue: Brodie hat sich derselben schon bedient, um gewisse chemische Zersetzungen zu erklären. Zwei Stoffe verbinden sich gemäss der eingehenderen Betrachtungen Brodie's nur dann mit einander, wenn sie sich im chemisch polaren Zustande befinden. Silber oxydirt sich in der Luft und im gewöhnlichen Sauerstoff nicht, weil Sauerstoff und Silber bei Berührung nicht polar werden. In dem Chlorsilber ist nun das Silber elektropositiv, das Chlor elektronegativ, in dem Kaliumoxyd ist das Kalium chemisch positiv, der Sauerstoff chemisch negativ

wenn beide, Chlorsilber und Kalium, zusammenkommen, so entsteht Silberoxyd und Chlorkalium:

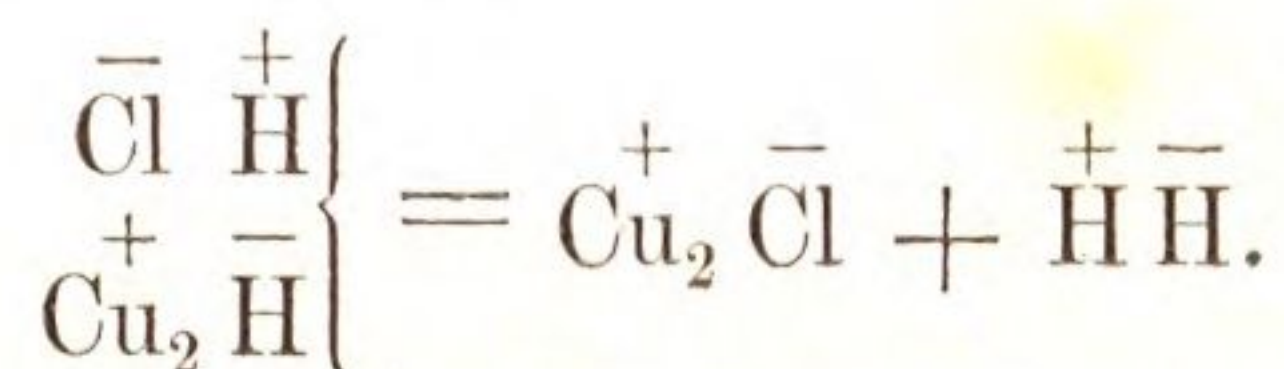


Brodie hat ferner diese Vorstellung benützt, um die so merkwürdige Reduction, welcher gewisse Superoxyde bei gegenseitiger Einwirkung unterliegen, zu erklären; so wird bekanntlich Wasserstoffsuperoxyd und Silberhyperoxyd durch gegenseitige Einwirkung in Wasser, Silber und indifferenten Sauerstoff zerlegt; analog verhalten sich Wasserstoffsuperoxyd und Uebermangansäure.

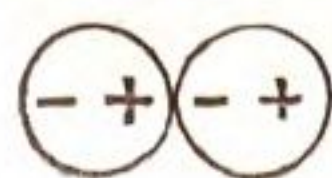
In gleicher Weise erkläre sich die Bildung von Stickstoff durch Erhitzen von salpetrigsaurem Ammoniak:



Kupfer und Chlor verbinden sich beide mit Wasserstoff; die beiden ersteren sind ihrer chemischen Natur nach entgegengesetzt; der Wasserstoff ist im Chlorwasserstoff chemisch positiv, in der Kupferverbindung chemisch negativ. Kommen nun Chlorwasserstoff und Kupferwasserstoff zusammen, so entstehen Kupferchlorid und freier Wasserstoff:



Diese Vorstellungen Brodie's¹⁷⁾ bilden die Grundlage zur Erklärung der Substitutionsvorgänge. Wir würden jedoch in eine eigenthümliche Schwierigkeit gerathen, wenn wir in dem Molecül der Elemente nur die gebundenen Polaritäten der gleichartigen Atome annehmen wollten: es würde uns dadurch nicht klar werden, warum überhaupt eine Reaction eintritt. Diese Schwierigkeit aber wird gehoben, wenn wir zu der ursprünglichen Vorstellung Berzelius' zurückkehren, wonach jedes Atom polarisch ist. Ein Molecül Chlor kann man sich als



gebildet vorstellen. Das Chloratom mit freier — Elektricität bestimmt die elektronegative Natur des Chlormolecüls, das Chloratom mit freier aber geringerer + Elektricität übt aus diesem Grunde zunächst keinen Einfluss. Das Chloratom mit freier — Elektricität leitet die Reaction ein, in Berührung mit dem elektropositiven Kohlenwasserstoff, worin wieder den elektropositiven Bestandtheil der Wasserstoff, den elektronegativen der Kohlenstoff bildet, verbreitet sich über denselben nur elektronegative Elektricität, während seine elektropositive Elektricität nach dem elektropositiven Chloratom abfließt oder die darauf befindliche elektronegative Elektricität neutralisirt; das letztere wird abgestossen, beladen mit freier + Elektricität, das erstere reisst den Wasserstoff vom Kohlenstoff los und verbindet sich mit demselben. Das elektropositive Chloratom vermag in Gegenwart des elektronegativen Kohlenstoffs keine elektronegative Spannung zu gewinnen, es bleibt elektropositiv, wird als solches angezogen und tritt in die Verbindung an Stelle des Wasserstoffs ein.

¹⁾ Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 31, S. 8 u. 9.

²⁾ Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wissenschaften. 19. Jahrgang, S. 373.

³⁾ Vergleiche: Kolbe, Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie. 1854. S. 37.

⁴⁾ Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 33, S. 308.

⁵⁾ Herr S. C. H. Windler in Paris theilt darin mit, dass es ihm durch fortgesetzte Einwirkung von Chlor auf essigsaures Manganoxydul gelungen sei, ein Product zu erhalten, welches den Wasserstoff, den Sauerstoff, den Kohlenstoff und das Mangan Atom für Atom durch Chlor ersetzt enthalte. Dieser Chlore filé werde als Material für Nachtmützen jedem anderen vorgezogen.

⁶⁾ Herr Kekulé bemerkt in seinem Lehrbuch der organischen Chemie Bd. 1, S. 71 Folgendes: „Die Gewohnheit einer Meinung erzeugt oft die völlige Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit; sie verbirgt die schwächeren Theile davon und macht uns unfähig, die Beweise dagegen anzunehmen.“ So sagt Berzelius, man könnte meinen prophetisch, gelegentlich der Entwicklung der elektrochemischen Hypothese (Lehrbuch 1827, Bd. 3, S. 50). In der ganzen Entwicklung der Wissenschaft ist dies auf keine Ansicht mit grösserem Recht anwendbar, als auf die elektrochemische Hypothese selbst.“

Nun, Herr Kekulé hat in seiner Rectoratsrede gezeigt, dass er unter der Gewohnheit einer Meinung nicht mehr leidet, sondern jetzt vorwiegend

diese niedere Form des wissenschaftlichen Gallimatthias cultivirt, welche Kolbe kurz und treffend als „eine Collection grober Styl- und Gedankenfehler“ bezeichnet hat. Siehe: Kolbe, Kritik der Rectoratsrede von August Kekulé: „Ueber die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie.“ 1878. Separatabdruck S. 9. Kekulé wird sicher in dieser Kritik eine Anerkennung finden, da nunmehr zwischen Kolbe und ihm genau dasselbe Verhältniss besteht, wie seiner Zeit zwischen Berzelius und Laurent. Vergl. S. 27 dieser Schrift.

7) Berzelius, Lehrbuch, 5. Aufl., Bd. 1, S. 709.

8) Der Begriff Paarung ist für die Chemie beider Richtungen ein durchaus wichtiger; ich gebe in dem Nachfolgenden eine Zusammenstellung dessen, was die historisch-kritischen Untersuchungen von Kopp und Blomstrand festgestellt haben; ich hoffe, dass ich damit dem tiefer eindringenden Fachmanne Willkommenes biete.

Kopp berichtet in seiner „Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit“: „Eine Erklärung dafür, dass doch zwei Substanzen, deren empirische Formel Chlor in der einen wie Wasserstoff in der anderen ersetzend zeigen, in ähnlicher Weise Verbindungen einzugehen vermögen, versuchte Berzelius jetzt auf Grund der Vorstellung, dass einem in gewisser Art sich verhaltenden Körper ein anderer zugefügt und ihn in Verbindungen begleiten könne, ohne an dem Verhalten jenes Körpers etwas Wesentliches, ohne namentlich sein Verbindungsvermögen zu ändern.“ S. 612.

„Bei der Erörterung der Frage, bis zu welchem Verhältnisse wohl Sauerstoff einem organischen Radical zutreten könne, hatte Berzelius hier (Jahresbericht 1838) noch einmal daran erinnert, dass es eine zwar wohl constatirte aber bis dahin für die organischen Verbindungen weniger in Betracht gezogene Verbindungsart gebe: die nämlich, wo das saure Oxyd eines einfachen oder zusammengesetzten Radicals mit einer anderen Substanz vereinigt sei, ohne dabei sein Vermögen, sich mit Basen zu verbinden, zu verlieren.“ S. 615.

„Jene Vorstellung gestaltete sich zu einer besondern Lehre: der von den gepaarten Verbindungen. Als Paarung (*accouplement*) hatte Gerhard 1839 (*Annales de chim. et de phys.*, 2. sér., T. 72 p. 184) eine gewisse Art der Vereinigung organischer Substanzen mit unorganischen bezeichnet, bei welcher sich beide innig zu einer Verbindung zusammenfügen, in der die charakteristischen Eigenschaften der beiden Substanzen nicht mehr erkennbar seien, das Verbindungsvermögen der einen, einer unorganischen Säure z. B. aber noch erhalten sei; die andere in die Zusammensetzung einer solchen gepaarten Verbindung eingehende Substanz war von ihm als der Paarling (*la copule*) benannt worden. Bei der Besprechung der damals bekannt gewordenen sogenannten Platinbasen: dass Ammoniak in ihnen das eigentliche basisch Wirksame sei, in seinem Jahresbericht für 1840 nahm Berzelius diese Kunstausdrücke an, und er bezeichnete nun als gepaarte Säuren und Basen solche Vereinigungen einer Säure oder einer Base mit noch Anderem, dem Paarling, welche mit dem ursprünglichen Sättigungsvermögen der Säure oder der Base ohne Abscheidung des Paarlings Salze zu bilden vermögen. An Stelle der der Substitutionstheorie entsprechenden Formeln, welche ganz empirische seien, gab Berzelius auf Grund des über gepaarte Verbindungen Erkannten

solche, welche er als rationelle betrachtete. Mehr wie einmal war er allerdings in der Lage, selbst bemerken zu müssen, dass die Beziehungen gewisser Verbindungen sehr einfach durch die ersteren Formeln ausgedrückt werden; aber das Einfachste, fügte er dann bei, sei nicht immer das Richtige. Auf dem einmal betretenen Wege musste aber Berzelius, wollte er nicht zurückgehen, weiter vorwärts schreiten, als dies zuerst für ihn zu vermuthen gewesen war.“ S. 620.

Blomstrand, der das schöne Verdienst besitzt, nach längerer Zeit zuerst in einem umfassenderen, tiefer eindringenden Werke: „die Chemie der Jetztzeit“ etc. die imponirende Grösse Berzelius' unserer verflachten Gegenwart näher gerückt zu haben, hat die Frage, inwieweit Berzelius bezüglich des Begriffs Paarung in Abhängigkeit von Gerhardt gerieth, in, wie mir scheint, durchaus sachgemässer und erschöpfender Weise gelöst; ich kann die Resultate seiner Untersuchung dem Fachmanne nicht vorenthalten. Blomstrand sagt:

„Man will also beweisen, dass Berzelius von Gerhardt seine ganze Paarungstheorie entlehnte, höchstens einige theoretische Speculationen hinzuthat, und damit nicht weiter kam, als bis zum Missbrauchen der von Gerhardt entlehnten Bezeichnung. War Berzelius' Ansicht falsch, so war sie wenigstens nicht von Gerhardt entlehnt.

„Dass das Wort Paarung von Gerhardt erfunden worden ist, hat Niemand bestritten, wenigstens nicht Berzelius. Weil die Thatsachen, auf denen der Begriff ruht, jedenfalls länger bekannt sind, als der 1839 construirte Name, so könnte auch der wissenschaftliche Begriff älter sein als der Name.

„Lassen wir die Thatsachen reden.

„1833 (Jahresb. S. 339) sagt Berzelius über die Weinphosphorsäure, „dass der Alkohol als integrierender Theil der Säure und nicht als ein damit verbundenes Oxyd betrachtet werden muss.“ 1835 (S. 353) wird Mitscherlich's Benzidschwefelsäure mit den Säuren zusammengestellt, für welche „die Weinschwefelsäure und die Indigoschwefelsäure als Prototypen betrachtet werden können“; 1837 (S. 238) „lässt sich beweisen, dass die Mandelsäure Liebig's eine von diesen Verbindungen sei zwischen Säuren und einem organischen Körper, deren Beispiele jetzt zahlreich zu werden anfangen“; 1838 (S. 330 u. f.) stellt Berzelius gelegentlich einiger Betrachtungen über die organischen Radicale die Frage auf: „welche ist die grösste Zahl von Sauerstoffatomen, die in das Oxyd eines zusammengesetzten Radicals eingehen kann? In der anorganischen Chemie ist 7 die höchste bestimmt beobachtete. Man kann nun fragen: wird nicht in der organischen Natur die Serie fortgesetzt bis $2R + 9O$, $2R + 11O$, $2R + 13O$, $R + 5O$, $R + 6O$ u. s. w.? Man kann sagen, dass die Radicale, welche aus mehreren Atomen bestehen, sich vergrössern und deshalb eine grössere Zahl von Sauerstoffatomen aufnehmen können. Wenn wir aber das Verhalten bei den in dieser Hinsicht grössten Radicalen oder denen der fetten Säuren mit bis zu 35 At. C zu Rathe ziehen, so begegnen wir den gewöhnlichen Zahlen $R + 3O$ und $2R + 5O$, worin über 100 brennbare Atome mit 5O verbunden sind. Die Vermuthung scheint also berechtigt, dass auch in der organischen Chemie 7 die höchste Zahl sei (wie in der Schleimsäure u. s. w.). Es ist wahr, dass für die

Zusammensetzung vieler organischer Körper eine grössere Zahl von Sauerstoffatomen angegeben wird, aber bei zuverlässigen Analysen geht die Zahl selten bis 7.““ Es wird nun hierzu in einer Note bemerkt: „„Hierbei muss erinnert werden, dass ich damit nicht sagen will, dass ich viele wiederholte und genau controlirte Analysen als unrichtig ansehen will, worin die Sauerstoffatome 7 übersteigen. Es giebt nämlich eine Verbindungsart, gut bekannt und constatirt, aber bisher für organische Körper weniger allgemein in Betracht gezogen, diejenige nämlich, bei welcher ein Oxyd eines organischen oder anorganischen Radicals sich mit einem nicht oxydirten Körper (z. B. Schwefelsäure mit Naphtalin), mit dem Oxyde eines organischen Radicals (z. B. Isäthionsäure, Indigoschwefelsäure), mit dem Chloride eines organischen oder anorganischen Radicals u. s. w. vereinigt, und dabei sein Vermögen behält, sich mit Basen zu verbinden, ohne dass der damit verbundene Körper abgeschieden wird. Liebig hat (Jahresb. 1837, S. 238) ein merkwürdiges Beispiel in der Mandelsäure gegeben, welche augenscheinlich aus 1 At. Formylsäure und 1 At. Bittermandelöl besteht, obgleich die Zahl der Sauerstoffatome in dem zusammengesetzter Atome nicht grösser ist als 5. Es ist höchst wahrscheinlich, dass viele bestimmt charakterisirte organische Körper eine solche complicirte Zusammensetzung haben““ u. s. w. S. 392 desselben Berichtes theilt er seine schon vorher ausgesprochene Ansicht mit, dass „„die organischen Salzbasen Verbindungen sind von organischen Oxyden mit Ammoniak, und dass der Ammoniakgehalt die Möglichkeit, sich mit Säuren zu verbinden, bedinge.““ S. 509 findet er seine Ansicht auch auf das Phloridzin von Stass (Zucker und Phloretin), anwendbar und endlich S. 352 stellt er für Dumas' Chloressigsäure die bekannte Paarungsformel $C_2 Cl_3 + C_2 O_3$ auf, worin man „„wiederum einer Verbindungsart begegnet, wovon viele Beispiele bekannt sind, sowohl einfache wie zusammengesetzte Radicale enthaltend und worunter einige die Eigenschaft haben, dass das Oxyd mit Basen verbunden werden kann, ohne dass die Verbindung mit dem Chloride aufgehoben wird.““

„Die von Limpricht und Kekulé citirte Definition des Paarungsbegriffes war also bereits mehrere Male von Berzelius gegeben, als Gerhardt das, was schon Jedermann bekannt war, mit einem besonderen Namen bezeichnete. Berzelius säumte nicht, den Namen anzuwenden, weil derselbe der eigenthümlich innigen Bindung einen sehr passenden Ausdruck gab und weil er keinen Anlass hatte, durch das Einführen einer neuen Bezeichnung seinen eigenen Namen zu verherrlichen. Es handelte sich, wie sich Berzelius selbst äussert, rücksichtlich Dumas' Betrachtungen über die Paarungen und die 7 Sauerstoffatome (Annal. d. Ch. u. Ph. Bd. 5, S. 353) „„um eine Idee, welche, wenn die Wissenschaft dazu reif genug ist, sich einer grösseren Zahl von Naturforschern gleichzeitig aufdrängen muss, weil sie nothwendig Allen in die Augen fällt.““

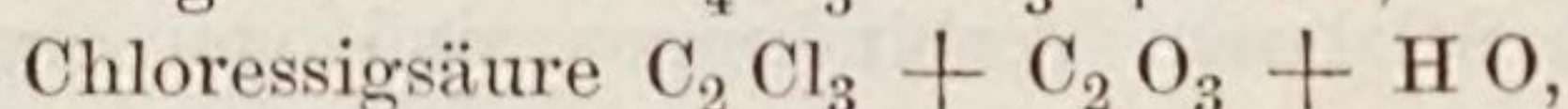
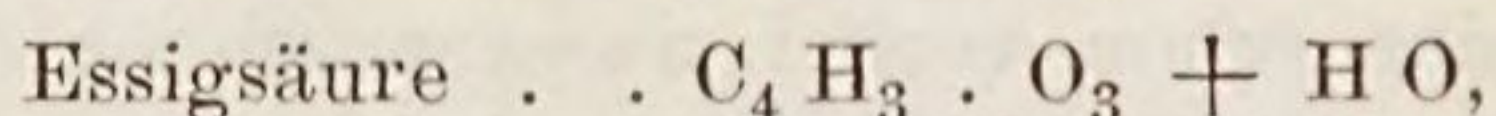
„Was aus Berzelius' Paarungsformeln durch Kolbe und Wurtz geworden ist, weiss jetzt die Wissenschaft.“

„Gerhardt verliess seine mit Berzelius' Ansichten ziemlich übereinstimmende erste Paarungsdefinition, weil die Constitutionsformeln von Berzelius auf irgend welche Weise zu blossen Reactionsformeln um-

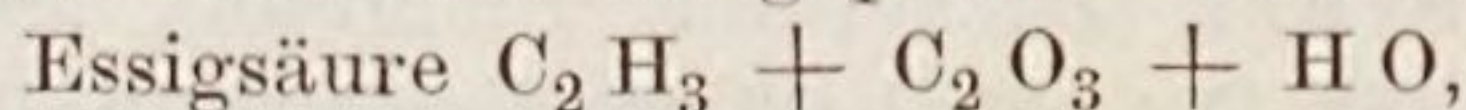
gewandelt werden mussten. Er suchte vergebens auf diesem Wege einen genügenden Ausdruck für die Thatsachen, bis er zuletzt zu der ursprünglichen Auffassung zurückkehrte, aber doch so, dass er jetzt statt von gepaarten Säuren von „radicaux conjugués“, statt von „copules“ (Paarlinge) von „radicaux constituants“ sprach.“ Blomstrand, l. c. S. 80 und 81.

Diese Auseinandersetzung zeigt unwiderleglich, dass bei Berzelius der Begriff Paarung durch strenge Induction nach und nach entstanden ist. Wenn den modernen Chemikern eine solche Entwicklung eines Begriffes sonderbar erscheint, so rührt dies meines Erachtens daher, weil ihnen eben die Methode der Induction mehr oder minder abhanden gekommen ist; um Worte waren und sind sie nie verlegen, aber den dazu gehörigen Begriff überlassen sie sehr häufig der individuellen Wahl.

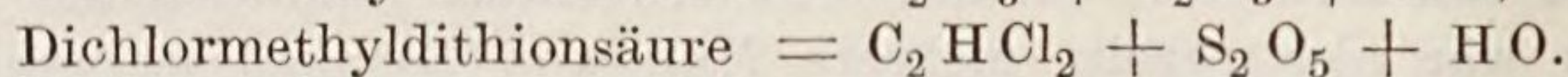
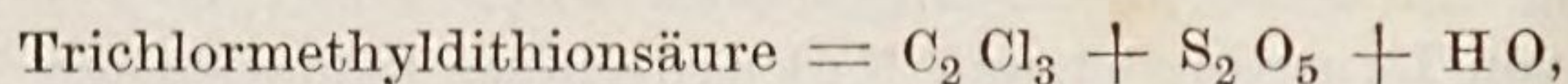
⁹⁾ Das Verdienst, dies gethan zu haben, fällt auch hier wiederum Kekulé zu; derselbe bemerkt (Lehrbuch S. 74): „Als es gar Melsens 1842 gelang, aus Trichloressigsäure wieder Essigsäure zu erzeugen, da war die Ansicht, dass beide Säuren keine Aehnlichkeit zeigten und deshalb durch verschiedene rationelle Formeln dargestellt werden müssten, nicht mehr haltbar. Da man es früher für unzulässig erklärt hatte, die Chloressigsäure für der Essigsäure analog zusammengesetzt zu halten und sie als gepaarte Oxalsäure betrachtet hatte,



so änderte man jetzt nicht die Formel der letzteren, man betrachtete vielmehr die Essigsäure ebenfalls als gepaarte Oxalsäure,



und man fand einen besonderen Beweis dafür gerade in dem Umstande, dass es gelinge, „dass Chlor im Paarling durch Wasserstoff zu substituiren.“ Die interessanten, von Kolbe entdeckten Körper (Methyldithionsäure etc.) wurden in ähnlicher Weise aufgefasst und gaben für die Richtigkeit dieser Ansicht den Beweis:



Die eine entstand aus der anderen, „indem ein Atom Wasserstoff in den Paarling eintrat und in ihm ein Atom Chlor ersetzte.“ Kurz, Berzelius entwickelte jetzt selbst die Substitutionstheorie: das Chlor war im Stande, eine gleich grosse Anzahl von Wasserstoffatomen zu ersetzen, die Substitution fand aber nur im Paarling statt. Was widersinnig gewesen, so lange man es ohne Hypothese betrachtet hatte, wurde „überraschend klar und einfach,“ nachdem man die Hypothese der Paarlinge hinzu gethan hatte.“

¹⁰⁾ Ueber den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den anorganischen Verbindungen, die wissenschaftliche Grundlage zu einer naturgemässen Classification der organischen chemischen Körper von H. Kolbe. (Annalen der Chemie, Bd. 113, S. 293 bis 332.)

¹¹⁾ Ludwig Feuerbach, Philosophische Kritiken und Grundsätze. Sämmtliche Werke, 2. Bd., S. 1, 4, 18, 19.

¹²⁾ Jacob Volhard, Die Begründung der Chemie durch Lavoisier. Separatabdruck aus dem Journal für praktische Chemie. Ich habe

obige Ausführungen Volhard's angeführt, weil sie sehr gut zeigen, dass die antiphlogistische Auffassung sich aus der phlogistischen naturgemäss entwickelt hat; das ist meines Erachtens der Kern der Sache; keineswegs aber möchte ich Volhard in seinem Urtheil über die Bedeutung Lavoisier's beistimmen. Volhard drückt die Verdienste Lavoisier's allzu sehr nieder, bewegt sich dabei aber in Widersprüchen von sehr durchsichtiger Natur. So sagt er z. B. S. 7: „Sowie der chemische Theil der Aufgabe beginnt, hört Lavoisier's Fähigkeit auf.“ S. 9: „Seine Gedanken sind nie chemische, sondern physikalische, die chemischen Eigenschaften kann Lavoisier nicht in den Kreis seiner Gedanken ziehen.“ Unvereinbar damit findet sich noch auf derselben Seite folgende Stelle: „Die Anerkennung der wissenschaftlichen Verdienste Lavoisier's wäre sicherlich nicht geschmälert worden, wenn Lavoisier damit zufrieden gewesen wäre, den rechtmässigen Ruhm des scharfsinnigsten und genialsten Interpreten der Versuche anderer zu erwerben.“ Merkwürdig: der Mann versteht mit chemischen Thatsachen nicht zu denken; ist aber nichts desto weniger der scharfsinnigste und genialste Interpret der chemischen Versuche Anderer! Derselbe Widerspruch findet sich in folgenden Sätzen S. 44: „Am glänzendsten offenbart sich Lavoisier's Genie durch die Entzifferung der verworrenen Resultate von Priestley's Untersuchung über die Respiration. Aus den nämlichen Thatsachen, welche in der Hand Priestley's, ihres Entdeckers, bedeutungslos geblieben waren, verstand Lavoisier das Geheimniss der Respiration zu enthüllen.“

..... „Die Chemie des 18. Jahrhunderts hat die Summe von chemischen und physikalischen Erfahrungen angehäuft, welche das Verständniss des Verbrennungsprocesses bedingten, und sich soweit entwickelt, dass, um den Zusammenhang der Erscheinungen im Verbrennungsprocess zu durchschauen, weder hervorragendes schöpferisches Genie noch besondere Gabe der Beobachtung erforderlich waren, sondern ein von dem zünftigen Vorurtheil der veralteten und überlebten Hypothese unbefangener und klarer Geist. So konnte sich, was den Meistern der Wissenschaft verborgen blieb, deren ganzes Denken von der Idee des Phlogiston beherrscht war, dem unbefangenen Auge des Dilettanten enthüllen.“ S. 45.

Was ist nun ein Genie? Was ist ein Dilettant? Sicherlich kann ein Genie, das einer Wissenschaft eine neue Aera eröffnet, nicht ein Dilettant derselben Wissenschaft gewesen sein. Wenn aber Volhard der Meinung wäre, dass nur der ein Fachmann einer Wissenschaft ist, welcher auf dem Catheder wirkt und stirbt, so lehrt merkwürdiger Weise die Geschichte aller Wissenschaften, dass nicht immer die Fachmänner ihrer Wissenschaft neue Anregungen gegeben haben, sondern sehr häufig solche Dilettanten. Indess ist es unnöthig, dieser Thatsache näher zu treten, da sie gerade jetzt sehr eingehend ventilirt wird, leider in mehr gehässigem als kritischem Sinne.

Doch gestehen wir offen: Lavoisier war ein Genie, und wünschen wir, dass der Chemie bald wieder ein solches erstehe; denn die Meister des zünftigen Vorurtheils haben mehr als eine Phlogistontheorie aufgestellt!

¹³⁾ Comptes rendus, Bd. 10, S. 178.

¹⁴⁾ Kolbe, Lehrbuch etc., S. 30.

¹⁵⁾ Mohr, Mechanische Theorie etc., S. 194 u. f.

¹⁶⁾ Mohr bemerkt hierüber l. c. S. 145: „Der Begriff des Atoms ist aus dem Bedürfniss hervorgegangen, die Thatsache der einfachen Multipla zu erklären. Er ist ein geistiger Behelf, um eine merkwürdige und feststehende Thatsache zu erklären. Dabei haben wir nicht die entfernteste Idee über die Natur der Atome, ob sie Kugeln oder Würfel sind, ob sie durchsichtig oder nicht, welche Farbe sie haben u. s. w. . . . Aus diesem Grunde sollte man von einem so unklaren Begriffe den bescheidensten Gebrauch machen und demselben keine grössere Ausdehnung geben, als dies absolut nothwendig ist. Man hat jedoch diese Ansicht nicht befolgt, sondern auf diesen Begriff Schlüsse gebaut, als wenn die Existenz der Atome ebenso bewiesen wäre, wie die eines heiteren Tages. Man gab den Atomen verschiedene Gruppierung, liess sie zu 2, 3, 4 zusammenhängen und nannte diese imaginären Gebilde Molecüle, so dass ein Molecül aus einer bestimmten Anzahl Atome bestände.“

Der Begriff Molecül ist nun wohl nicht weniger berechtigt als der Begriff Atom; dieser wie jener sind Elemente, mit welchen der Verstand arbeitet und welche, im Sinne ihrer Anwendung, sich nicht weiter begrifflich zerlegen lassen. Aus diesen Vorstellungen erwächst der Wissenschaft, insofern sie richtig angewendet werden, kein Hemmniss, sondern ein unbestreitbarer Vorthail. Wenn aber aus diesen Begriffen unbegründete Schlüsse gezogen wurden, so hat dies seinen Grund darin, dass man dieselben nicht in ihrer ursprünglichen Reinheit angewandt hat, wie sich dies an Laurent und Dumas sattsam zeigen lässt.

Aber darin hat wohl Mohr recht, dass aus dem Begriff Atom und Molecül nicht die Existenz von Atom und Molecül folgt. Ihre Annahme verlangt das Bedürfniss des Verstandes, eine Reihe von Erscheinungen aus einem Begriffe abzuleiten. Führt uns die Entwicklung zu einem neuen Begriff, der dasselbe und noch anderes umfasst, so werden wir diese Begriffe aufzugeben haben; die Frage, ob diesen Begriffen eine reale Existenz zuzuschreiben sei, hat sich damit von selbst erledigt.

Die Geschichte der Naturwissenschaften zeigt recht auffällig, dass die Erweiterung und Vertiefung unserer Erkenntniss in der Auflösung solcher als elementar geltender Begriffe besteht. Das Phlogiston war seiner Zeit ein solcher Begriff; seine Existenz stand allen Phlogistikern ausser Zweifel. Stahl glaubte das Phlogiston in dem durch Verbrennung des Terpentinöls erhaltenen Russ, Kirwan, Cavendish in dem Wasserstoff gefunden zu haben. Der Uebergang der phlogistischen Chemie zur antiphlogistischen hätte sich sicher leichter gestaltet, wenn man dem Begriffe Phlogiston nicht auch einen realen Werth beigelegt hätte.

Die ungeheure Mehrzahl der Naturforscher wird dieser soeben entwickelten Ansicht nicht beistimmen; es ist zu tief in unserer Natur begründet, unsere Erkenntniss wenigstens in einem Punkte als eine absolute, als eine vollkommene geltend zu machen. Und doch ist diese Ansicht über die Bedeutung eines naturwissenschaftlichen Begriffes ganz conform der, welche jeder Chemiker über den Begriff Element hegt. So sagt Liebig in seinem dritten chemischen Briefe:

„Erst durch die Einführung der Dalton'schen Lehre wurde in der Annahme fester, nicht weiter theilbarer Theilchen (Atome) der Begriff von chemisch einfachen Körpern in der Wissenschaft festgestellt; aber die Vorstellung, die man damit verbindet, ist so wenig naturgemäss, dass kein Chemiker der gegenwärtigen Zeit die Metalle für 48 einfache unzerlegbare Körper, für Elemente hält. Aber noch vor einer kleinen Anzahl Jahre glaubte Berzelius fest an die Zusammengesetztheit des Stickstoffs, des Chlors, Broms und Jods und wir lassen die einfachen Körper nicht deshalb für solche gelten, weil wir wissen, dass sie unzerlegbar sind, sondern weil ihre Zerlegbarkeit wissenschaftlich in diesem Augenblick nicht beweisbar ist. Wir halten es aber nicht für unmöglich, dass dies morgen geschehe. Im Jahre 1807 galten die Alkalien, alkalische Erden und Erden für einfache Körper, von denen wir durch H. Davy wissen, dass sie zusammengesetzt sind.“

Das Element ist nun doch ein Begriff, der sogar durch unsere Sinne bekräftigt wird und doch vertrauen wir hier nicht einmal auf das Zeugniß dieser, eben weil die Geschichte uns lehrt, dass als Elemente betrachtete Körper sich später als zusammengesetzt erwiesen haben.

¹⁷⁾ Ueber Brodie's Theorie s. Liebig, chemische Briefe, Ende des 15. Briefes; Ladenburg, Vorträge etc., S. 211.

IV.

Gerhardt. Sein erster Versuch einer chemischen Classification.

Gerhardt ist die bedeutendste Erscheinung der modernen Richtung; durch ihn haben die unklaren Bestrebungen Laurent's und Dumas' erst Gestalt und Farbe gewonnen. Was namentlich Laurent in den phantastischsten Bildern auszudrücken suchte, aber nicht ausdrücken konnte, das hat erst Gerhardt in einem chemischen Vorstellungen entsprechenden System ausgedrückt. Zugleich aber zeigt sich in Gerhardt eine entschiedene Hinneigung zu den leitenden Ideen der klassischen Richtung; der absurde Grundgedanke, dass die Elemente in den Verbindungen in erster Linie durch ihre räumliche Anordnung wirken, wird von Gerhardt nicht weiter verfolgt. Das Gerhardt'sche System steht sogar, wie die Entwicklung und Kritik zeigen wird, im Widerspruch mit dieser Behauptung, es schliesst in sich eine indirecte Verneinung derselben. Sein System ist allerdings ein solches, welches die Idee der Lagerung zur Basis hat; aber gerade die systematische Verarbeitung dieses Gedankens enthüllt das absolut ungenügende desselben. Es ist nur zweierlei wunderbar: erstens, dass Gerhardt bei seinem scharfen Verstande nicht selbst zu dieser Erkenntniss gekommen ist, er, der im Gegensatze zu Laurent und Dumas den Elektrochemismus wieder hervorhob und zweitens, dass dieses System überhaupt die im Sinne seines Gründers gelegene Aufnahme gefunden hat.

Die Behauptung Wurtz's: „an den Arbeiten Laurent's bildete sich ein Schüler, der für sich allein eine ganze Schule werth war. Der junge Gerhardt schloss sich Laurent's Ideen an und trat zu ihm in ein nahes Freundschaftsverhältniss. Später tauschten sie gewissermaassen ihre Rollen um. Es war dann Laurent, der sich zu Gerhardt's Ansichten bekannte“ — ist sicherlich, was den ersten Theil anbelangt, unrichtig; der zweite kann indessen unumwunden zugestanden werden.

Gerhardt kam mit Ideen, welche der classischen Richtung entstammten, zu Laurent; und er wird es auch wohl gewesen sein, der die ungezügelte Phantasie Laurent's in gemässigte Bahnen lenkte. Mir selbst ist über das Leben Gerhardt's leider nichts weiter bekannt geworden, als was Wurtz mittheilt und was das biographische Handwörterbuch von Poggen-dorff enthält.

Aber schon ersteres genügt als vorläufiger Beleg für meine Ansicht; ich lasse die Mittheilung von Wurtz hier folgen:

„Charles Frédéric Gerhardt ward zu Strassburg am 21. August 1816 geboren. Er gab frühzeitig Beweise von ungewöhnlichem Geist und unabhängigem Charakter. Nach einer etwas bewegten Jugend widmete er sich dem Studium der Chemie unter Liebig's Leitung zu Giessen, wo dieser Meister, der damals in dem ersten Glanze seines Ruhmes stand, junge Gelehrte aus allen Ländern der Welt um sich versammelte und eine mit Recht berühmte Schule gründete.

Schon mit den ersten Schritten in seiner Laufbahn bekundete Gerhardt seine hervorragende Begabung. Er wusste leichter eine Frage von ihrer allgemeinen Seite zu erfassen, als auf dem Wege des Versuches ihre Einzelheiten zu verfolgen. Als er dann in der Kunst, Thatsachen zu ordnen und auszulegen, zur Meisterschaft gelangt war, verstand er es, ihnen die allgemeinsten und werthvollsten Folgerungen zu entlocken. Ihm war eine systematische Auffassung, die Gabe, das Allgemeine in den Erscheinungen zu durchschauen, im höchsten Grade eigen und er war stets seines Gegenstandes Meister“ ¹⁾.

Es erscheint nun doch wohl unmöglich, dass der junge Gerhardt, während er in Giessen unter Liebig's Leitung studirte und arbeitete, sich gleichzeitig an den Arbeiten Laurent's bildete, desselben Mannes, dessen Leistungen Liebig wenige Jahre nachher einer vernichtenden Kritik unterzog; es erscheint auch psychologisch unmöglich, dass der geniale, klar denkende Liebig auf Gerhardt, der sich ebenfalls einer klaren Auffassungsgabe erfreute, einen geringeren Einfluss sollte geübt haben, als der unklare Laurent.

Es scheint sogar, dass Gerhardt schon sehr früh das Willkürliche der Laurent'schen Theorien eingesehen, und denselben nicht zugestimmt sondern vielmehr opponirt hat. So stellte z. B. Laurent für das Oel der holländischen Chemiker die Formel $C_4H_6Cl_2 + H_2Cl_2$ auf. Gerhardt bemerkt hiergegen, dass diese Formel schon deshalb unrichtig sein müsse, weil sie eine Zersetzung der Salzsäure durch Chlor unter Salzsäurebildung voraussetze²⁾.

Das schliesst aber nicht aus, dass Gerhardt später mit Laurent in ein näheres freundschaftliches Verhältniss trat; denn nachdem Gerhardt während der Jahre 1831 bis 1835 seine Studien in Karlsruhe, Leipzig und Giessen vollendet hatte, lebte er von 1838 an einige Jahre in Paris und später noch von 1848 bis mindestens 1853, in welchem Jahre Laurent als Wardein an der Münze zu Paris starb. 1855 kam Gerhardt als Professor der Chemie an die Facultät der Wissenschaften zu Strassburg, wo er schon im August des nächsten Jahres seinem Freunde Laurent in das Grab nachfolgte.

Im Charakter beider lagen genug verwandte Elemente, beide befassten sich gerne, um mich der Berzelius'schen Ausdrucksweise zu bedienen, mit der Umschaffung theoretischer Ansichten, beide waren von heissem Ehrgeize erfüllt, beide besaßen eine bewundernswürdige Arbeitskraft. Auch ihre Lebensschicksale bieten manche Aehnlichkeit. „Beide sind, wie Wurtz hervorhebt, jung gestorben, von übermässiger Arbeit erschöpft, und ohne dass sie jene Gunst und Popularität gefunden hätten, die zu Ehren führt. Auch haben sie sie nicht gesucht. Von reiner

Liebe (?) zur Wissenschaft erfüllt, sind sie auf Wegen in dieselbe eingedrungen, welche der grossen Menge unzugänglich sind. Unabhängigen Geistes haben sie den Schulstaub von sich abgeschüttelt und voll heissen Muthes nicht den Kampf verschmäht, in welchem sie mehr Gegner als ernsten Widerspruch fanden und dem mächtigsten Vertreter dieses Widerspruchs, Berzelius, festen Stand hielten. Wenn auch einzelne ihrer Ansichten unzureichend, ihre Ausdrucksweise hier und da übertrieben gewesen sein mag, so sind sie dennoch als Sieger aus diesem Streite hervorgegangen und haben ihren Nachfolgern ein grosses Beispiel und der Geschichte zwei unzertrennlich verbundene Namen hinterlassen“ ³⁾.

Nun, was Laurent anbelangt, so haben wir schon gesehen, dass hier Herrn Wurtz wieder einige Ueberschwänglichkeit entströmt ist; was Gerhardt anbetrifft, so wird das unschwer zu zeigen sein; denn gerade sein System enthält eine indirecte, aber evidente Bestätigung des Berzelius'schen Grundgedankens.

Was aber den Einfluss anbelangt, den beide gegenseitig ausübten, so dürfte wohl eher anzunehmen sein, dass Gerhardt den günstigsten geübt habe und nicht umgekehrt; ich vermag es nicht einzusehen, dass Laurent die Gerhardt'schen Ideen wesentlich geläutert, dass er sie allgemeiner zugänglich und verständlich gemacht habe, dass er ein grösseres Gewicht auf die Worte legte u. s. w.; ich bin zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen: Gerhardt hat die Laurent'schen Ideen erst geniessbar gemacht, er hat eine Art Vermittlung zwischen den beiden Richtungen der Wissenschaft zu Stande gebracht, ohne Gerhardt wäre Laurent der Kritik Liebig's erlegen, sein Name wäre auf die Gegenwart kaum übergegangen.

Diese Vereinigung zweier entgegengesetzter Bestrebungen setzt der Beurtheilung Gerhardt's manche Schwierigkeit in den Weg; hierzu kommt noch, dass Gerhardt zu verschiedenen Zeiten von seinen Vorbildern verschieden beeinflusst wird; so hat er die Frage der Classification zweimal eingehender erörtert; das erste Mal geschieht dies ganz im Sinne Laurent's. Er

ordnet die organischen Verbindungen in aufsteigender Reihe nach der Zahl ihrer Kohlenstoffatome; er nennt die „ungeheure“ Reihe Verbrennungsleiter, da man durch Verbrennungsmittel von den oberen Gliedern zu den unteren gelangen könne, durch Reductionsmittel von diesen zu jenen; die Endstufen werden durch die Gehirnsubstanz, durch Eiweiss u. s. w., die Anfangsstufen durch das Wasser, die Kohlensäure, das Ammoniak eingenommen.

In den Ideen, welche ihn bei dieser Anordnung leiten, erkennt man den verderblichen Einfluss Laurent's; wie dieser bricht Gerhardt vollständig mit der bestehenden Systematik, er begründet in derselben unlogischen Weise sein Vorgehen, nicht chemische Vorstellungen sind es, die ihn dabei leiten, sondern falsche Voraussetzungen, welche er in der Systematik der beschreibenden Naturwissenschaften verwirklicht glaubt. Ich habe vergeblich gesucht dort ein System zu finden, welches sich nur entfernt mit dem chemischen Gerhardt's vergleichen liesse. Aber man würde ungefähr zu einem solchen gelangen, wenn man z. B. die Wirbelthiere, ohne Rücksicht auf die Classen, durcheinander, lediglich nach der Zahl ihrer Wirbel eintheilen wollte.

Man glaubt Laurent zu hören, wenn Gerhardt schreibt: „In einer Classification, welche die bekannten Thatsachen ordnet, zugleich alle noch mögliche Fälle voraussieht und sich also auch auf die zukünftigen Erzeugnisse der Wissenschaft erstreckt, reiht man die Körper nach ihrer chemischen Verwandtschaft⁴⁾; man ordnet sie ohne Rücksicht auf ihre sauren oder basischen Eigenschaften, sondern nach der Art und Weise ihrer Bildung oder ihrer Zersetzung bringt man sie in gewisse Reihen, oder, um uns eines Ausdruckes der Naturforscher zu bedienen, in natürliche Familien.

„Die Idee, mit ihnen eine Art von Leiter zu bilden, scheint mir eine von Dumas längst gehegte Hoffnung in Erfüllung zu bringen, nämlich auf die organische Chemie die Grundsätze, auf welchen die Classificationen in der Naturgeschichte beruhen, überzutragen; denn in der That gewinnt durch diese neue An-

ordnung der Körper die Typentheorie eine grössere Bestimmtheit, indem die Beziehungen der Körper, die als Typen betrachtet werden, näher bestimmt werden“⁵⁾.

Wir haben dieselben Ideen bei Laurent gefunden, ich habe sie dort näher zu charakterisiren versucht und ich bin somit der Mühe überhoben, es hier nochmals zu thun. Es wird wohl auch dem Nichtchemiker klar geworden sein, dass man auch in der Chemie nur zu natürlichen Familien gelangen kann, indem man die Verbindungen zusammenstellt, die gemeinsame Eigenschaften besitzen, indem man also im Gegensatze von Laurent und Gerhardt Säuren, Basen, Salze u. s. w. unterscheidet und verbindet.

Der Vortheil, den die Wissenschaft aus seiner Eintheilung ziehen konnte, lässt sich am besten aus folgenden Worten Gerhardt's ersehen:

„Wir müssen uns nun im Voraus über einige Annahmen verständigen, um auf unserer Leiter die Abstufungen der verschiedenen Reihen zu bezeichnen. Diese Annahmen dürfen nicht das Gepräge irgend einer Theorie tragen, sie können sich nicht auf rationelle Formeln stützen, in welchen man die Elemente nach einer eigenthümlichen Theorie ordnet; sie müssen die Anhänger der elektrochemischen Theorie und ihre Gegner zugleich befriedigen.

„Diese Annahmen müssen so einfach und so bestimmt sein, dass jeder Chemiker, sogar der ungeübte, durch die blosse Kenntniss der Zusammensetzung und des Aequivalents einer Verbindung in den Stand gesetzt wird, den ihr auf der Leiter zukommenden Platz aufzufinden“⁶⁾.

Nun entwickelt aber Gerhardt neben dem Begriff der Familie, der ein verfehlter ist, einen Begriff, der sich später, aber gereinigt und schärfer gefasst, als ein einer natürlichen Eintheilung entsprechender bewährt hat; dieser führt nun auf die von Gerhardt verworfenen natürlichen Familien, wie Alkohole, Aldehyde, Säuren, Basen u. s. w. wieder zurück; es ist dies der Begriff der homologen Reihe.

„Ich nenne, sagt Gerhardt, homologe Körper solche, die ähnliche Eigenschaften besitzen, und deren Zusammensetzung gewisse Analogien in den relativen Verhältnissen der Elemente darbietet.

„Betrachtet man nach der Reihe alle Körper, welche man als homolog anzusehen berechtigt ist, so stellt sich ein Umstand heraus, der gewiss die volle Beachtung der Chemiker verdient:

„Dass nämlich in homologen Körpern die brennbaren Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff, in Bezug auf ihre Quantität die grösste Verschiedenheit darbieten, während das verbrennende Element, sowie auch der Stickstoff immer in denselben atomistischen Verhältnissen darin vorkommen.

„So werden z. B. drei Körper, wovon einer O_2 , der andere O_4 und der dritte O_6 , oder N_2 , N_4 und N_6 enthält, nie homolog sein, während Körper, welche C , C_2 , C_5 , C_{16} oder H_4 , H_6 , H_{12} , H_{34} enthalten, es sehr gut sein können.

„Wenn wir also die brennbaren Bestandtheile durch R bezeichnen, ohne die atomistischen Verhältnisse des Kohlenstoffs und des Wasserstoffs zu berücksichtigen, so können wir im Allgemeinen ausdrücken:

Durch R die Verbindungen von Kohle und Wasserstoff.

Durch RO die Substanzen, welche in ihrem Atom ein einziges Aequivalent Sauerstoff enthalten, wie gewisse neutrale und flüchtige Körper, Weingeist und seine Analogen, mehrere ätherische Oele u. s. w.

Durch RO_2 die Substanzen, welche 2 Aeq. Sauerstoff enthalten, wie mehrere flüchtige Oele u. s. w.

Durch RO_3 die Substanzen, welche 3 Aeq. Sauerstoff enthalten, mehrere einbasische Säuren u. s. w.

Durch RO_4 die Substanzen, welche 4 Aeq. Sauerstoff enthalten, mehrere zweibasische Säuren.

„Das Maximum von Sauerstoff, welches man bis jetzt in organischen Stoffen gefunden hat, ist O_{11} und O_{12} . Rohrzucker, Salicin und Traubenzucker könnten also durch die allgemeinen Formeln RO_{11} und RO_{12} bezeichnet werden. Was die stickstoff-

haltigen Körper betrifft, so würde man sie ebenfalls durch RN , RNO , RNO_2 , RN_2O_2 u. s. w. ausdrücken.

„Damit zwei oder mehrere Körper homolog seien, reicht nicht hin, dass man sie durch die nämliche allgemeine Formel R , RO , RO_2 u. s. w. bezeichnen kann, sondern R muss noch bei einem jeden von gleichem Werthe sein, d. h. es muss zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff ein bestimmtes Atomenverhältniss standfinden“⁷⁾.

Um diesen Punkt aufzuklären, stellt Gerhardt die Glieder der Fettsäurenreihe nebeneinander, er zeigt, dass hier zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff das Verhältniss 1 : 2 besteht.

Aber keineswegs waren die homologen Reihen jetzt schon das, was wir heute darunter verstehen; denn da Gerhardt, hier in vollständiger Uebereinstimmung mit Laurent, zunächst jede rationelle Formel verwarf, so schnitt er sich selbst die Entwicklung ab. So bemerkt er selbst: „Es ist öfters der Fall, dass gewisse Körper in ihren Bestandtheilen das zur Homologie erforderte Verhältniss darbieten, ohne dass man sie jedoch als homolog betrachten kann. Dieses hängt von einer besonderen Anordnung der Elemente ab, welche die Wissenschaft noch nicht gehörig beleuchtet hat. So z. B. besitzt Methyläther ganz dieselbe Zusammensetzung und dasselbe Aequivalent wie gewöhnlicher Weingeist, und doch sind diese Körper gänzlich verschieden. Der gewöhnliche Aether, ob er schon zur Form $R + 2O$ gehört, ist mit Holzgeist und mit Weingeist nicht homolog, denn seine chemischen Eigenschaften entfernen ihn gänzlich von diesen Körpern. Man müsste also noch als Bedingung der Homologie die Aehnlichkeit der inneren Gestaltung der Theilchen hinzufügen; aber wie schon bemerkt worden, kann uns die Wissenschaft über diesen Gegenstand zu wenig Aufschluss geben, als dass es möglich wäre, hierüber allgemeine Regeln aufzustellen“⁸⁾.

Zur Geltung kommen die homologen Reihen nicht; ihre Aufstellung erscheint als reine Zufälligkeit; denn, genau genommen, stehen sie im directen Widerspruch zum Systeme selbst.

Um dieses zu beweisen, genügt es, einige der „natürlichen“ Familien herauszugreifen.

Die vierte Familie C_4 enthält unter anderen folgende Geschlechter und Arten: Normalbutyren C_4H_8 , den gewöhnlichen Aether $C_4H_{10}O$, das Aethylbisulfür $C_4H_{10}S_2$, die Buttersäure $C_4H_8O_2$, das essigsaure Aethyloxyd $C_4H_8O_2$, die Brenzgallussäure $C_4H_4O_2$, die Bernsteinsäure $C_4H_6O_4$, das saure oxalsaure Aethyloxyd $C_4H_6O_4$, die Maleinsäure $C_4H_4O_4$, die Honigsteinsäure $C_4H_2O_4$, die Aepfelsäure $C_4H_6O_5$, die Weinsäure $C_4H_6O_6$, das Butyramid C_4H_9NO , das Succinamid $C_4H_5NO_2$, die Dialursäure $C_4H_4N_2O_4$, das Alloxan $C_4H_4N_2O_5$, die Kakodylverbindungen u. s. w.⁹⁾.

Die siebente Familie C_7 umfasst in „natürlicher“ Anordnung: das Bittermandelöl C_7H_6O , das essigsaure Amyloxyd $C_7H_{14}O_2$, den Valerianäther $C_7H_{14}O_2$, das Saligenin $C_7H_8O_2$, die Benzoessäure $C_7H_6O_2$, das Normalalizarin $C_7H_4O_2$, die Salicylsäure $C_7H_6O_3$, das Calciumoxalamylat $C_7(H_{11}Ca)O_4 + \text{aqu.}$, die Meconsäure $C_7H_4O_7 + 3 \text{ aqu.}$, die Benzoeschwefelsäure $C_7H_6SO_5$, das Sinapolin $C_7H_{12}N_2O$ u. s. w.¹⁰⁾.

In der zwölften Familie C_{12} befinden sich neben dem Citronensäureäther, der Cellulose, dem Stärkmehl, dem Rohrzucker auch das Sulfobenzid. Den Schluss der Classification bildet die 28. Familie C_{28} mit dem Olivil Sobreros $C_{28}H_{36}O_{10} + 2 \text{ aqu.}$ und dem Benzoinam Laurent's. Ende gut, Alles gut!

Das Ende der Verbrennungsleiter sollten eigentlich die Gehirnsubstanz, die Eiweisskörper u. s. w. bilden; aber Gerhardt bemerkt: „Wie man sieht, habe ich mit Fleiss alle Körper weglassen, die man nur dem Namen nach kennt und deren chemische Verhältnisse noch nicht ermittelt sind. Man kennt eine gewisse Anzahl stickstoffhaltiger Substanzen, welche in physiologischer Beziehung das höchste Interesse darbieten, während ihre chemischen Charaktere noch sehr unbekannt sind; es sind die Substanzen, welche den Hauptbestandtheil aller thierischen Gewebe ausmachen und unter dem Namen Albumin, Fibrin, Casein, Leim u. s. w. bekannt sind. Diese Körper stehen wahrscheinlich auf einer sehr hohen Stufe der organischen Leiter

und ihr Aequivalent ist ohne Zweifel sehr beträchtlich; allein ungeachtet der Analysen einer grossen Anzahl gewissenhafter und verdienstvoller Chemiker weiss man über ihre Zusammensetzung und ihr chemisches Verhalten nichts gewisses.“

Man sieht, Gerhard t ist ein sehr vorsichtiger Mann; er macht uns nur mit dem genau Ermittelten bekannt; und diejenigen Chemiker, welche zweifelsüchtigen Geistes nicht alles für baare Münze annehmen wollen, was in unseren Lehrbüchern und Zeitschriften dafür gilt, werden es mir zu danken wissen, wenn ich sie in dieser Beziehung auf Gerhard t aufmerksam gemacht habe.

Aber Gerhard t ist auch ein kühner und weitsehender Geist; mit bewundernswürdiger Sicherheit steigt er die schwindelnde Höhe seiner Verbrennungsleiter hinan und verkündet dem in der Ebene gebliebenen, gewöhnlichen Menschenverstande Dinge, die ihm sonst ewig verborgen geblieben wären; er sagt:

„Wenn wir den Zucker noch nicht in Benzoessäure oder in Zimmtöl verwandelt haben, so heisst das nicht, dass eine solche Verwandlung unmöglich ist, sondern nur, dass unsere heutigen Kenntnisse noch sehr unvollkommen sind; man kann also nicht sagen, dass zwischen dem Zucker und der Benzoessäure keine Verwandtschaft¹¹⁾ besteht; diese Verwandtschaft findet sicher statt; allein wir kennen die Mittel nicht um alle Metamorphosen zu durchlaufen, die zu diesem Endresultat führen würden.

„Ich habe meine Verbrennungsleiter und meine Classification in der Ueberzeugung aufgestellt, dass alle organischen Substanzen verwandt sind und dass wir einst dazu gelangen werden, sie alle in einander umzuwandeln. Heutzutage, wo die Wissenschaft noch so unvollkommen ist, begreife ich leicht, dass es auffallend erscheint, den Zucker und das Sulfobenzid in derselben Familie vereinigt zu sehen, blos weil sie beide C_{12} enthalten. Wenn aber morgen ein Chemiker so glücklich sein wird, Benzoessäure mit Zucker zu machen, so wird diese Classification ganz natürlich sein. Als ich das Asparagin neben die Bernsteinsäure gesetzt habe, kannte man noch kein Mittel, um das Asparagin in Bernsteinsäure umzuwandeln. Ich that es

aber, weil ich die Verwandtschaft aller organischen Substanzen im Sinne hatte und den Fortschritten der Wissenschaft mit Zuversicht entgegen sah“¹²⁾.

Es bedarf nun wohl keiner weiteren Erläuterung mehr, dass in dieser Classification ein klarer, chemischen Thatsachen entnommener Gedanke nicht enthalten ist; sie ist nichts als die Verwirklichung des arbre chimique Laurent's. Beiden aber ist verborgen geblieben, dass hierdurch zwar nicht eine solche Anordnung erreicht wird, die dem entspricht, was in der Zoologie oder Botanik als natürliches System bezeichnet wird, sondern vielmehr eine solche, die lebhaft an die Arche Noah's erinnert.

Aber beide wären vor dieser bedauerlichen Abirrung bewahrt geblieben, wenn sie, statt in der Sprache einer Wissenschaft sprechen zu wollen, die sie nicht kannten, den Satz gewissenhaft in Erwägung gezogen hätten, der sich in jedem Elementarlehrbuch der Chemie findet. Der Satz heisst: Durch chemische Einwirkungen wird das Wesen der Körper verändert.

In seinem von 1853 an veröffentlichten Hauptwerke: *Traité de chimie organique*, bringt Gerhardt die Classificationsprincipien noch einmal zur Sprache; er hat sich zwar auch dort noch nicht vollständig von dem Einflusse Laurent's befreit; er meint auch jetzt noch: „der Augenblick ist gekommen, wo die organische Chemie den physikalischen Eigenschaften und dem chemischen Verhalten als Classificationsmittel nur noch untergeordnete Wichtigkeit zugesteht, sondern vielmehr ein weiteres Princip anwendet, das auf alle Körper ausgedehnt werden kann, welches auch ihre physikalischen Eigenschaften und ihr chemisches Verhalten sein mögen. Die organische Chemie untersucht die Körper hinsichtlich ihrer Metamorphosen und stellt diejenigen zusammen, die aus einander hervorgehen“¹³⁾.

Im Widerspruche damit stehen wenige Seiten später folgende Worte: „Eine wahrhaft wissenschaftliche Classification ist nur durch die Analyse und durch Aufsuchung von Beziehungen zwischen diesen Reihen (heterologen, homologen und

isologen) möglich. Alles Streben der Chemiker sollte darauf hinausgehen, diese Reihen zu ordnen, sie zu erweitern, unter sich zu verbinden und auf diese Weise Gesetze ausfindig zu machen, deren Kenntniss allein mit Gewissheit die Erscheinungen voraus zu sehen gestattet“¹⁴⁾.

Wir müssen es Gerhardt und seiner Schule überlassen zu entscheiden, was die Analyse bezwecken soll, wenn sie uns nicht in erster Linie über die Natur eines Stoffes Aufschluss verschafft; wie man Beziehungen zwischen chemischen Körpern entdeckt, ohne ihre chemische Natur zu berücksichtigen; wie man chemische Gesetze finden will, wenn man dem chemischen Verhalten nur einen untergeordneten Werth beilegt. Berzelius und seine Schule wird ersteres für überflüssig, letzteres für unmöglich erklären.

Die „natürlichen Familien“, welche die einzelnen Sprossen der Verbrennungsleiter ausmachen, kommen wie diese selbst nicht mehr zum Vorschein; erstere werden ersetzt durch die heterologen Reihen; diesen Begriff, der in seiner jetzigen Form ganz annehmbar erscheint, aber in den chemischen Vorstellungen der damaligen Zeit schon vorhanden war und im Grunde keiner besonderen Bezeichnung bedurfte, sowie den der homologen Reihen versinnlicht Gerhardt durch ein artiges Bild. Er sagt: „Legt man ein Spiel Karten so auf einen Tisch, dass in die erste verticale Reihe alle Karten von derselben Farbe und parallel mit diesen in andere vertikale Linien die gleichen Karten der anderen Farben kommen, so finden sich alle Karten in zwei verschiedenen Reihen placirt; die Karten von gleicher Farbe aber von verschiedenem Werthe, die in verticaler Richtung gelegt sind, bilden eine Reihe von unähnlichen Körpern, die aus einander entstehen (heterologe Reihen); die Karten von verschiedener Farbe aber gleichem Werthe, die sich in horizontaler Richtung befinden, bilden eine Reihe ähnlicher Körper, die aber verschiedenen Generationen angehören (isologe und homologe Reihen). Homolog nennt Gerhardt nun insbesondere solche Verbindungen, die sich in ihrer Zusammensetzung durch $C_{2n}H_{2n}$ unterscheiden, während er als isologe Körper solche Verbin-

dungen bezeichnet, die chemisch ähnlich sich verhalten, ohne diese Beziehung in der Zusammensetzung zu zeigen; so sind Essigsäure $C_4H_4O_4$ und Benzoesäure $C_{14}H_6O_4$ isologe Körper¹⁵⁾.

Diese homologen Reihen des *Traité de chimie organique* sind aber wesentlich unterschieden von den homologen Reihen des *Précis de chimie organique*; erstere haben bleibende Beachtung gefunden, letztere aber hätten das Schicksal der heterologen und isologen Verbindungen erlitten: sie wären vergessen worden und dies mit Recht; denn in ihrer ersten Form bedurfte man zu ihrer Aufstellung keines Chemikers, jeder, der Zahlen vergleichen kann, hätte sie auch aufstellen können. Wir haben ja dort gesehen, dass es Gerhardt damals nicht möglich war, den Grund anzugeben, warum der Methyläther (C_2H_6O) als nicht homolog mit dem Weingeist (C_2H_6O) ($C = 12$, $O = 16$) angesehen werden könne.

Dass Gerhardt dies inzwischen gelernt hatte, dass er die homologen Reihen zu einem werthvollen chemischen Begriffe gestaltete, davon mögen wohl zwei Umstände die Ursache sein. Erstens, denke ich, wird sich Gerhardt erinnert haben, dass er in Giessen zu den Füßen eines Mannes sass, der Liebig hiess, und welcher von dem Werthe einer rationellen Formel sehr eindringlich und klar zu sprechen verstand. Zweitens hatte schon im Jahre 1842 ein deutscher Chemiker, Schiel, darauf aufmerksam gemacht¹⁶⁾, dass die Alkohole eine Reihe bilden, deren einzelne Glieder um C_nH_{2n} differiren; er war aber mit diesem rein rechnerischen Ergebniss nicht zufrieden gestellt, er hatte noch die höchst werthvolle Beobachtung gemacht, dass der Zusammensetzungsdifferenz von je ein CH_2 eine Siedepunktsdifferenz von je 18° entspricht; Dumas hatte im Jahre 1843, wahrscheinlich im Verfolg dieser Idee das analoge Verhältniss bei den fetten Säuren vorgefunden; Kopp hatte es aber noch vor Schiel und Dumas für die Aethyl- und Methylverbindungen nachgewiesen.

So sind also die homologen Reihen die Frucht der Bestrebungen von fünf bis sechs Chemikern; und nach Darlegung des wirklichen Sachverhalts dürfte es dem Urtheile eines Jeden

überlassen bleiben zu entscheiden, wem der Löwenantheil an dem Verdienste ihrer Begründung zufalle.

Wir können aber diese Reihen nicht verlassen, ohne einiger wichtigen Bemerkungen Gerhardts Erwähnung zu thun. Er sagt: „Wenn man die physikalischen Eigenschaften dieser Säuren betrachtet, wenn man ihren Aggregatzustand, ihren Siedepunkt, ihren Schmelzpunkt, ihre Löslichkeit etc. mit einander vergleicht, und zu diesem Zweck das erste Glied, die Ameisensäure, und das letzte Glied, die Caprinsäure, wählt, so findet man auf den ersten Blick keine Analogie, denn die Ameisensäure ist eine äusserst ätzende Flüssigkeit, die erst unter 0° fest wird, sich mit Wasser in allen Verhältnissen mischt und schon bei 100° siedet, während die Caprinsäure ein festes, nicht ätzendes Oel ist, das schon bei $+27,2^{\circ}$ fest wird, sich ausserordentlich wenig in Wasser löst und erst gegen 275° siedet. Wenn man aber anstatt der beiden Endglieder die Nachbarglieder, so z. B. die Ameisensäure und Essigsäure, die Essigsäure und Propionsäure, die Propionsäure und Buttersäure etc. mit einander vergleicht, so findet man die Eigenschaften derselben so ähnlich, dass zu ihrer Unterscheidung eine genaue Specialuntersuchung erforderlich ist. Führt man mit diesen Vergleichen fort und lässt man dabei jedes Mal zwischen zwei Gliedern ein Glied, dann zwei Glieder, darauf drei Glieder aus, so wird man finden, dass die Verschiedenheiten, bei Nachbargliedern kaum bemerkbar, immer mehr hervortreten, je grösser der sie trennende Zwischenraum ist; man wird dabei bemerken, dass diese Differenzen keineswegs zufällige sind, sondern dass eine vollkommen regelmässige Progression stattfindet“¹⁷⁾.

Merkwürdigerweise knüpft Gerhardt an diese Betrachtungen, denen wir vollständig beistimmen können, eine Polemik gegen eine elektrochemische Theorie, deren Aufsteller allerdings nicht genannt, für deren vermeintlichen aber ohne Zweifel Berzelius gehalten wird. Diese Polemik gewährt aber einen so überraschenden Einblick in den wissenschaftlichen Charakter Gerhardt's, dass ich mir nicht versagen kann, dieselbe in Würdigung zu ziehen.

Gerhardt sagt:

„Hätten wir diese Betrachtungen fortgesetzt, so hätten wir noch weit unähnlichere Körper neben einander stellen können, so z. B. die Ameisensäure, $C_2 H_2 O_4$, neben die Stearinsäure, $C_{34} H_{34} O_4$; die Ameisensäure ist eine ätzende, mit Wasser in allen Verhältnissen mischbare Flüssigkeit, die Stearinsäure dagegen ist ein festes Fett, ohne Geruch und Geschmack, und was ihre Wirkung auf die Organe anbelangt, gewissermaassen ein indifferenten Körper. Zwischen der Ameisensäure und der Stearinsäure scheint der Unterschied noch grösser zu sein, als zwischen der Ameisensäure und Caprinsäure, weil der Zwischenraum, der zwischen den beiden von den ersteren Säuren eingenommenen Stellen in der homologen Reihe liegt, grösser ist, als bei den beiden letztgenannten Säuren; weil zwischen der Ameisensäure und der Caprinsäure nur acht Zwischenglieder vorhanden sind, während zwischen der Ameisensäure und der Stearinsäure fünfzehn liegen.

„Ganz dasselbe findet auch in der Mineralchemie statt. Es ist ein grosser Irrthum, den Benennungen Metall, Nichtmetall, Säure und Base, mit welchen die Chemiker gewisse einfache und zusammengesetzte Körper belegen, einen absoluten Werth zuzuschreiben. Die Natur setzt niemals in ihren Werken gewisse Eigenschaften anderen Eigenschaften gegenüber, wie wir gewöhnt sind, die sauren Eigenschaften den basischen, die Metalle oder elektropositiven Körper den Nichtmetallen oder elektronegativen Körpern gegenüber zu stellen. Diese Ausdrücke unserer Nomenclatur deuten in der That nur die äussersten und relativ entgegengesetzten Seiten einer und derselben Reihe an. Die Verlegenheit der Chemiker, gewisse sogenannte amphotere Körper, die zugleich Base und Säure sein können, wie z. B. die arsenige Säure und das Antimonoxyd zu classificiren, beweist deutlich, dass kein absoluter Gegensatz zwischen den sauren und basischen Eigenschaften stattfindet. Da in einem und demselben Körper beide Eigenschaften vereinigt vorkommen können, so findet demnach zwischen beiden nur ein relativer Gegensatz, nur ein Unterschied von plus oder minus

statt. Wenn wir sagen, dass zwei Körper, wie Kali und Schwefelsäure vollkommen entgegengesetzte Eigenschaften haben, so ist dies derselbe Fall wie bei der Ameisensäure und der Stearinsäure; der Zwischenraum, der zwischen den von beiden Körpern eingenommenen Plätzen liegt, ist ein sehr beträchtlicher, weil Kali und Schwefelsäure die beiden äussersten Glieder einer Reihe bilden. Der Gegensatz wird weniger bemerkbar, wenn man anstatt die beiden Endglieder zu betrachten, das Kali zuerst mit einem näher liegenden Gliede, mit der Thonerde, diese wieder mit einem dritten Gliede, mit dem Antimonoxyd, dieses mit einem vierten, der arsenigen Säure, und endlich diesen letzteren Körper mit der Schwefelsäure vergleicht. Wenn wir einst alle Glieder zwischen dem Kali und der Schwefelsäure kennen werden, so wird es uns leicht sein, mit derselben Genauigkeit den Raum zwischen diesen beiden Körpern zu messen, mit der wir heutzutage den Raum zwischen der Ameisensäure und der Stearinsäure bestimmen.

„Es giebt also weder in der organischen, noch in der unorganischen Chemie Körper, deren Eigenschaften absolut entgegengesetzt wären, absolut elektropositive und absolut elektro-negative Körper. Alle Körper sind nach Reihen angeordnet und jede Reihe hat ihre äussersten Glieder, ihr Centrum, ihre Rechte und ihre Linke, ja sie hat selbst ihre äusserste Rechte und äusserste Linke, ihr rechtes und ihr linkes Centrum. Wollte man nach diesem Gesichtspunkte nur die einfachen Körper classificiren, so würde man wahrscheinlich den Wasserstoff, das Kalium und das Natrium zur Linken, das Antimon und das Arsenik ins Centrum, das Chlor, den Schwefel und den Sauerstoff zur Rechten stellen“¹⁸⁾.

Ich habe nun diese etwas breite Betrachtung nicht etwa deshalb citirt, um daraus den elektrochemischen Standpunkt Gerhardt's zu deduciren; denn hierzu ermangelt sie der wissenschaftlichen Schärfe; sie trägt zu sehr den Charakter einer geistreichen Causerie. Es ist zwar interessant zu erfahren, dass Gerhardt die Abneigung Laurent's und Dumas' gegen den Elektrochemismus nicht mehr theilt, dass er sogar

sich sehr verständig darüber äussert; aber für die wissenschaftliche Bedeutung des letzteren ist dies von geringem Belange, da Gerhardt zu seiner Begründung nichts Neues beibringt. Gerhardt gegenüber folgt vielmehr die Bedeutung des elektrochemischen Systems aus der relativen Werthlosigkeit des typischen; und bei Darlegung desselben wird zu zeigen sein, dass es nur dann eine Berechtigung besitzt, wenn es entweder das elektrochemische zur Voraussetzung hat oder wenn die Prout'sche Hypothese bewiesen wird.

Worauf es mir hier anzukommen scheint, ist: zu zeigen, dass die dabei unterlaufende Polemik Gerhardt's gegen Berzelius sich wesentlich auf eine falsche Vorstellung von dessen elektrochemischen Ideen stützt. Gerhardt greift an, ohne den Standpunkt seines Gegners zu kennen, er kämpft mit Waffen, die er dem Arsenale seines Gegners entlehnt, gegen die Gebilde seiner eigenen Phantasie.

Mit Ausnahme der Parallele, welche Gerhardt zwischen Ameisensäure und Stearinsäure einerseits und zwischen Kali und Schwefelsäure andererseits zieht, kann man seinen Ausführungen vollständig beistimmen; aber diese Parallele besteht nicht. Denn der Gegensatz, welcher zwischen Schwefelsäure und Kali vorhanden ist, wird durch Zwischenglieder nicht aufgehoben; so ausgedrückt ist er ein absoluter; man mag Zwischenglieder einschalten, soviel man nur will, Schwefelsäure bleibt gegen Kali elektronegativ und dieses elektropositiv. Ein solcher Gegensatz besteht aber nicht zwischen Ameisensäure und Stearinsäure, denn beide sind Säuren, wenn auch solche von ungleichem Charakter und hier mag die Vorstellung richtig sein, dass dieser von dem ungleichen Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte herrührt.

Aus diesem nun nicht zutreffenden Vergleiche erwächst aber Gerhardt augenscheinlich seine falsche Vorstellung von dem Elektrochemismus Berzelius'. Dieser kennt gar nicht absolut positive und absolut negative Elemente und Verbindungen: denn jedes Atom ist nach ihm polarisch, d. h. jedes besitzt beide Elektricitäten, eine davon aber ist die prädominirende

(Berzelius, Lehrbuch, Bd. 1, S. 102 bis 104, V. Aufl.). Bei Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen wird es also darauf ankommen, zu wissen, in welchem elektrischen Zustande sich die Körper befinden; denn ein stark elektropositiver ruft in einem schwächeren die elektronegative Elektrizität hervor, während dieser selbst wieder elektropositiv ist gegen einen schwächer elektropositiven oder gegen einen solchen, bei welchem die negative Elektrizität prädominirt.

Wir wissen dann weiter, dass die chemische Affinität unter dem Einflusse von Licht und Wärme eine verschiedene ist. Körper, die bei mittleren Temperaturen eine sehr starke Affinität äussern, verlieren dieselbe bei höheren und eine Verbindung, die bei jener besteht, zerfällt bei dieser. Es ist dabei sehr wahrscheinlich, dass bei Erhöhung der Temperatur die Componenten einer Verbindung ihre elektrochemische Differenz ändern; der elektropositive Bestandtheil kann weniger elektropositiv, der elektronegative weniger elektronegativ werden: der Zerfall ist dann neben den bekannten Wirkungen der Wärme eine Folge der damit verbundenen Aenderungen in der Polarität.

Hierüber liessen sich noch verschiedene Auffassungen geltend machen, die zwar alle innerhalb der elektrochemischen Theorie sich bewegen, aber insolange keinen Werth besitzen, als sie nicht experimentell begründet sind; hier liegt noch eine Fülle ungelöster Fragen, die aber sicherlich nicht gelöst werden, wenn die Chemie ihre ausschliessliche Aufgabe in der Erzeugung neuer Verbindungen sucht. Um sie aber zu lösen, wird man dort anzuknüpfen haben, wo man bei Berzelius abgebrochen hat. Die Theorie Berzelius' ist nichts Fertiges, nichts Vollendetes, nichts Absolutes; aber sie enthält eine Wahrheit, einen entwickelbaren Kern.

Nichts lag eigentlich dem wissenschaftlichen Sinne Berzelius' ferner, als „absolute“ Bestimmungen aufzustellen; Laurent und Gerhardt haben es, wie wir gesehen haben, für möglich gehalten, ein System aufzufinden, welchem sich alle noch zu machenden Entdeckungen einfügen liessen; der Tragweite ihres Verstandes mochte es angemessen sein, die Entwick-

lung der Wissenschaft anticipiren zu wollen; der Schranke ihres Verstandes mochte es entsprechen, sie zur Schranke der Wissenschaft zu setzen.

Die Spannungsreihe, welche uns Gerhardt vorschlägt, ist der Idee nach dieselbe, welche Berzelius aufgestellt hat. Es ist nun doch ein Zeichen grosser Oberflächlichkeit, die Ansichten eines Mannes bekämpfen zu wollen, in die man nicht einmal eingedrungen ist; es ist mehr als sonderbar, einem Gegner eine Auffassung zu unterstellen, die er niemals gehegt hat, und ihm seine eigene ausgesprochene als eine auszusprechende vorzuführen.

Aber leider ist der Einfluss, den das französische Dreigestirn hier geübt, auch maassgebend für seine Anhänger geworden. Die Widerlegung, welche Berzelius erfahren haben soll, lässt sich auf die paar Phrasen zurückführen, welche von Dumas, Laurent und Gerhardt ausgegeben worden sind und die in monotonen Variationen von ihren Anhängern kritiklos nachgesprochen werden.

Blomstrand verdient in nachfolgenden Worten unbedingte Zustimmung: „Es ist schwierig zu entscheiden, wann und durch wen die elektrochemische Theorie von Berzelius eigentlich als widerlegt betrachtet wird, wenn nicht das absolute Verdammungsurtheil, welches von den ältesten Urhebern der Typentheorien über sie ausgesprochen wurde, für sich allein als genügender Beweis ihrer vollständigen Bedeutungslosigkeit angesehen werden soll. Wie durch stillschweigende Uebereinkunft ist man allmählich so weit gekommen, dass nunmehr von Widerlegung ebensowenig die Rede ist, wie von Beweisen eines Axioms. Die Annahme der elektrochemischen Kraft wird für eine misslungene Hypothese gehalten, mit welcher man nichts weiter zu schaffen hat, und gehört nach dieser Auffassung einem überwundenen Standpunkte an“¹⁹⁾.

Ein weiterer Grund, dass Berzelius heutzutage so wenig Beachtung findet, scheint mir noch in der Oberflächlichkeit zu liegen, mit der man in der Gegenwart Wissenschaft — leider steht hier die Chemie nicht allein — betreibt. Nicht der

dogmatische Charakter ist es, der, wie man vorgiebt, bei Berzelius abstösst, sondern gerade das Undogmatische an ihm, die freie Entfaltung, welche seine Grundidee verbürgt, ist es, die nicht im Geschmacke der Zeit liegt. Berzelius hat uns nicht ein paar Phrasen hinterlassen, durch deren Aneignung man Chemiker wird und das Nachdenken erspart, sondern nur eine der Durchführung fähige Idee.

Vielleicht zu keiner Zeit ist das Dogma lieber angenommen, lieber geglaubt worden, als eben jetzt. Gerade die französische Richtung liefert den Beweis, mit welcher Vorliebe fertig hingestellte, nicht weiter entwickelbare Systeme aufgenommen werden. Der Dogmatismus, dessen sich Berzelius schuldig gemacht hat, lässt sich auf die Thatsache reduciren, dass es gewisse Grundanschauungen giebt, die man nicht aufgeben kann, ohne die Wissenschaft selbst aufzugeben; in diesem Punkte war freilich Berzelius ein Dogmatiker der strengsten Richtung.

Wie sehr er aber ein Gegner des modernen, vulgären Dogmatismus war, wie sehr ihm die freie Entwicklung der Wissenschaft am Herzen lag, davon geben nachstehende Sätze aus der Vorrede zur fünften Auflage seines Lehrbuches ein sprechendes Zeugniß:

„Es konnte mir nicht entgehen, dass, wenn mir auch der Höchste Leben und Kräfte zur Vollendung noch dieser Auflage, deren erster Theil nun dem Publicum übergeben wird, vergönnen sollte, diese doch die letzte werden müsse. Aus diesem Grunde glaubte ich sie so umarbeiten zu müssen, dass ich darin die Schlussansichten niederlegen konnte, die sich bei mir als die wahrscheinlicheren geltend gemacht haben in dem langen Zeitraum, in welchem ich so glücklich war mit ununterbrochener Aufmerksamkeit die Entwicklung der Wissenschaft, von den ersten Jugendjahren der antiphlogistischen Chemie an bis auf die jetzige Zeit, verfolgen zu können — glücklich, wenn unter dem Vielen, was eine zukünftige erweiterte Erfahrung ändern oder berichtigen wird, wenigstens Einiges sich als richtig aufgefasst erweist. Mit dem vollen Gefühle der Unsicherheit in unseren theoretischen Ansichten, die wir doch nicht entbehren

können, habe ich gestrebt, bei ihrer Darstellung dem Leser keine festere Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit beizubringen, als sie mir zu verdienen scheinen, und habe daher stets seine Aufmerksamkeit auf das Unsichere in der Wahl der Erklärungsarten gerichtet. Es ist ein grosses Hinderniss für das Fortschreiten einer Wissenschaft, wenn man Ueberzeugung von der Richtigkeit von solchem beibringen will, was unsicher ist. Was man glaubt, unterwirft man keiner weiteren Untersuchung, und die Geschichte der Wissenschaft zeigt, dass ein eingewurzelter Glaube an theoretische Begriffe oft nicht den handgreiflichsten Beweisen von ihrer Unrichtigkeit gewichen ist. Viele der Vertheidiger des Phlogistons brauchten eine langwierige Entwicklung der Lehre von der Oxydation, um von ihrer Richtigkeit überzeugt zu werden, und mehrere ausgezeichnete Männer darunter starben mit dem Glauben an das Phlogiston. Allein wenn auch unsere Theorien nicht als Glaubensartikel zu betrachten sind, so wäre es auf der andern Seite ein grosser Fehler, sie leichtsinnig aufzugeben für so leichten Kram, wie er so oft in den überzeugendsten Phrasen ausgebaut wird und der einen Tag lang glänzt und dann vergeht.“

1) Wurtz, Geschichte der chemischen Theorien etc., S. 75.

2) Siehe Ladenburg, Vorträge etc., S. 158.

3) Wurtz, l. c. S. 105.

4) Der Ausdruck: chemische Verwandtschaft, ist hier in einer uns vollständig ungewohnten Bedeutung gebraucht. In Bd. 2 S. 622 seines Grundrisses bemerkt Gerhardt: „Wenn die Chemie die Wissenschaft der Metamorphosen ist, so muss eine natürliche Classification der Körper sich auf ihre chemische Verwandtschaft oder, wie Laurent sagt, auf ihre Generation stützen.“ Indess liegt dies an dem Uebersetzer; Gerhardt bezeichnete es als paranté, was freilich keine Nebenbedeutung einschliesst.

5) Grundriss der organischen Chemie von Dr. Karl Gerhardt. Aus dem Französischen übersetzt von Dr. Adolph Wurtz. Bd. I, S. 25.

6) Gerhardt, l. c. S. 26.

7) Gerhardt, l. c. S. 32.

8) Gerhardt, l. c. S. 37.

9) Gerhardt, l. c. S. 490 bis 591.

10) Gerhardt, II. Bd., S. 101 bis 144. Die beigeetzten Formeln sind selbstverständlich die von Gerhardt, während ich von den Synonymen meist die mir zusagenden gewählt habe.

11) Siehe Note 4.

- ¹²⁾ Gerhardt, Bd. II, S. 623.
¹³⁾ Lehrbuch der organischen Chemie von Gerhardt. Deutsche Originalausgabe vom Verfasser besorgt unter Mitwirkung von Professor Dr. Rudolf Wagner. Bd. I, S. 139.
¹⁴⁾ Gerhardt, Lehrbuch, l. c. S. 145.
¹⁵⁾ Gerhardt, l. c. S. 145.
¹⁶⁾ Kopp, Entwicklung der Chemie, S. 716, Ladenburg, Vorträge etc., S. 228, Wurtz, l. c. S. 86.
¹⁷⁾ Gerhardt, l. c. S. 141.
¹⁸⁾ Gerhardt, l. c. S. 146.
¹⁹⁾ Blomstrand, Die Chemie der Jetztzeit vom Standpunkte der elektrochemischen Auffassung, S. 187.
-

V.

Gerhardt's Ansichten über Lebenskraft und über die Erzeugung organischer Verbindungen. Seine Vorschläge bezüglich der Aenderung der chemischen Formeln.

Berzelius kam, wie früher (S. 53) dargelegt wurde, bezüglich des Zusammenhanges der organischen und unorganischen Natur, bezüglich der Art der Kräfte, welche in ersterer thätig sind, zu so einfachen, auf einer gemeinsamen Grundlage sich aufbauenden Anschauungen, wie sie damals nur vereinzelt von den hervorragendsten Geistern gehegt wurden und die erst allmählich sich Bahn brachen und wohl heute als eine wesentliche, allgemein anerkannte Grundlage unserer Naturbetrachtung bezeichnet werden dürfen ¹⁾.

Anders verhält es sich hier bei Gerhardt. Seine Classification der organischen Verbindungen wurzelt zu einem guten Theil in der Unklarheit, mit welcher er diesen tiefer gehenden Fragen gegenüberstand. Bei ihm sind die Kräfte des organischen Lebens nicht Combinationen der allgemeinen physikalischen und chemischen, sondern sie sind denselben gerade entgegengesetzt, ja sie stehen einander feindlich gegenüber.

„Bei den lebenden Wesen,“ sagt Gerhardt, „halten sich diese beiden Kräfte (die Lebenskraft und die chemischen) gegenseitig im Gleichgewicht; sie können daher nicht in derselben Richtung thätig sein, sie sind offenbar zwei entgegengesetzte

Kräfte. Wenn dieser Zustand des Gleichgewichtes dauerhaft wäre, wenn die Lebenskraft niemals durch die chemischen Kräfte bezwungen würde, so weiss man ganz und gar nicht, welches das Schicksal der organisirten Wesen sein würde. Aber ohne Zweifel würde der Tod alsdann unmöglich sein, weil der Tod eben das Aufhören alles Widerstandes von Seiten des Organismus gegen die chemischen Einflüsse ist.“

Die Krankheit ist ihm ein „localer Sieg“ der chemischen Verwandtschaften über die Lebenskraft; die Athmung, ein chemischer Vorgang, welchem der grösste Antheil bei den der Lebensökonomie zugefügten Störungen zuzuschreiben ist. Der Sauerstoff strebe unaufhörlich, seine Verwandtschaft zum Wasserstoff und Kohlenstoffe der organischen Theile zu befriedigen; daher der Ursprung gewisser vegetabilischer und thierischer Excretionen, erzeugt durch die Verbrennung der Theile, welche den Rückstand von denen ausmachen, welche die Oekonomie zum Hervorbringen der zu ihren Functionen erforderlichen Organe bildet.

Ernährung und Athmung sind also bei Gerhardt nicht sich gegenseitig bedingende Lebensäusserungen, sondern sich feindlich gegenüber stehende; durch den einen wird zerstört, was durch den andern aufgebaut wird; der eine ist ein chemischer, der andere ein nichtchemischer, ein specieller Lebensact.

„Die Lebenskraft und die chemische Verwandtschaft lassen beide die Materie Modificationen erleiden. Sie werden aber in entgegengesetzter Richtung bewirkt; und während die erstere sich der Producte der chemischen Verwandtschaft, des Wassers, des Ammoniaks und der Kohlensäure bemächtigt, um die Holzfaser bei den Pflanzen, das Blut und die Gehirnsubstanz bei den Thieren hervorzubringen, so zerstört die chemische Verwandtschaft selbst diese Schöpfungen. Denn sobald das Leben in ihnen erloschen ist, lösen sie sich alle in dieselben Grundstoffe auf, aus denen sie entstanden sind“²⁾.

Von so trüben und verworrenen Anschauungen ausgehend hatte Gerhardt doch den Muth, vielleicht gerade deshalb, der chemischen Forschung ihre Ziele für die weiteste Ferne zu

bestimmen. Die Hoffnungen, welche viele Chemiker an die künstliche Darstellung des Harnstoffes, an die Bildung eines Bestandtheiles des ätherischen Oeles von *Spiraea ulmaria* aus Salicin und ähnlichen Entdeckungen knüpften, beurtheilt der sich überlegen dünkende Gerhard als theilweise Ueberschätzungen: sie widersprachen der Idee, von welcher aus seine Verbrennungsleiter construirt war, die, wie wir sahen, in der Absicht aufgestellt wurde, alle gemachten und noch zu machenden Entdeckungen zu umfassen.

„Alle diese Nachahmungen“, bemerkt er, „von organischen Substanzen tragen einen gemeinschaftlichen Charakter an sich. Würdigt man ihn nach seinem wahren Werthe, so begreift man leicht, welche Wege von nun an die organische Chemie allein einzuschlagen hat, um wirkliche Fortschritte zu machen. Man wird im Stande sein, die Resultate vorauszusehen, welche unsere chemischen Verfahrungsarten uns zu hoffen gestatten. Der Harnstoff und das Allantoin sind Verbrennungsproducte. Die Harnsäure wandelt sich unter dem Einflusse oxydirender Agentien in diese Körper um. Wie sie werden das Spiräaöl und die Baldriansäure mit Hülfe verbrennender Agentien erhalten. Alle diese künstlichen Producte haben daher eine minder complicirte Zusammensetzung als die Substanzen, aus denen sie entstehen, und dieses gilt nicht allein für die eben angeführten Substanzen, sondern auch für alle künstlichen Producte unserer Laboratorien.

„In der That hat man niemals aus dem Harnstoffe die Harnsäure, aus dem Spiräaöl das Salicin, aus dem Alkohol den Zucker, aus dem Holzgeist oder der brenzlichen Holzsäure die Holzfaser oder das Holz selbst erzeugt. In dieser Hinsicht war die Chemie ganz ohnmächtig und wird, wenn meine Vermuthungen richtig sind, es immer sein. Unsere Rolle beschränkt sich darauf, zu vereinfachen und die uns von der organischen Natur dargebotenen complicirten Molecüle zu verbrennen.“

„Die Lebenskraft belebt diese Producte unserer Zerstörung wieder, sie setzt aus ihnen die in unseren Laboratorien verbrannten Substanzen wieder zusammen. Sie erzeugt die Hippursäure aus der Benzoessäure wieder, welche unsere Agentien der

Oxydation aus derselben Hippursäure erzeugen. Wir können wohl diese letztere vereinfachen, indem wir einen Theil ihrer Elemente verbrennen, aber die umgekehrte Operation ist uns niemals mit blossen chemischen Kräften gelungen. Sie ist nur durch Unterstützung der Lebenskraft möglich geworden. Diese Thatsachen sprechen laut genug, um den Chemiker über den Gang aufzuklären, den er bei seinen Untersuchungen zur künstlichen Erzeugung zu nehmen hat. Ich sage es nochmals, die chemischen Kräfte sind der Lebenskraft entgegengesetzt. Der Chemiker macht daher ganz das Gegentheil von der lebenden Natur, er verbrennt, er zerstört, er operirt durch Analyse. Die Lebenskraft allein operirt durch Synthese, sie führt das von den chemischen Kräften niedergerissene Gebäude wieder auf“³⁾.

Soweit nun diese Fragen chemische sind, hat die Entwicklung der Wissenschaft ihre Beantwortung durch Gerhardt in allen Punkten widerlegt. So hat, um nur eine Behauptung sachlich zu widerlegen, Dessaignes im Jahre 1853 die Hippursäure durch Zusammenbringen der Zinkverbindung des Glycocolls mit Benzoylchlorür synthetisch erzeugt; und hieran knüpfen sich nun, wie allgemein bekannt ist und welche, auch nur theilweise, anzuführen, zu weit von dem gesteckten Ziele entfernen dürfte, eine lange Reihe solcher aufsteigender Synthesen.

Man müsste über solche Behauptungen als Irrungen eines bedeutenden Mannes, die ja auch dort nie fehlen, stillschweigend hinweggehen, wenn sie nicht eine Seite von allgemeiner Wichtigkeit darböten. Gerhardt sucht mit seinen Behauptungen nicht sowohl der Erkenntniss neue Wege zu bahnen, sondern vielmehr sich über seine Zeitgenossen und Vorgänger zu stellen. Ein Irrthum, der eine solche Absicht nicht erkennen lässt, wird stets milde und schonend zu beurtheilen sein; aber ein Irrthum, der solchen Bestrebungen seinen Ursprung verdankt, wird diese Nachsicht nicht zu beanspruchen haben.

Es muss in der Wissenschaft zum allgemeinen Gesetze werden, dass sich der Einzelne nicht von den Gesamtbestrebungen loslöse, dass er sich nicht loslösen kann, wenn er nicht Gefahr laufen will, von Schritt zu Schritt zu straucheln. Wie

Dumas und Laurent, so hat auch Gerhard't die Wissenschaft als ein Erzeugniss spontaner genialer Einfälle betrachtet. Wohl sind auch die Rollen beim Baue eines wissenschaftlichen Gebäudes ungleich vertheilt; auch hier giebt es Handlanger, die Material herbeischaffen, Maurer, die die Steine nach dem vorgezeichneten Plane einfügen, Polire, denen die Leitung des Rohbaues übertragen ist, und schliesslich Ingenieure, deren Geiste die Vollendung des Baues, der Entwurf, vorschwebt. Es soll hier nicht erörtert werden, ob Gerhard't die Qualification eines solchen Ingenieurs zukäme, man könnte sie ihm, in Anbetracht seines weitgehenden Einflusses, zugestehen; aber jedenfalls hat er es verschmäht, seine Kraft dem allgemeinen Interesse unterzuordnen; er hat sich nicht in den Grundriss des Planes vertieft, sondern es vorgezogen, ein eigenes Gebäude zu errichten. Die Folgen seines Vorgehens sind nicht ausgeblieben; es hat sich keiner gefunden, der sein Gebäude in seinem Sinne weiter geführt hätte; man hat es niedergerissen, und die Reste desselben theilweise zur Fortführung des Hauptbaues, theilweise zur Errichtung neuer Gebäudchen verwendet, die demselben Geschicke verfallen sind.

Ein solches Vorgehen hat aber noch eine andere bedenkliche Seite, es wird dadurch die Leistungsfähigkeit des Individuums selbst geschwächt und unterbunden. Wer sich losgelöst hat aus dem gemeinsamen Streben, der wird sehr leicht das Opfer seiner Illusionen; er kann die so nothwendigen Rectificationen nicht mehr vornehmen, weil sie nur im Hinblick auf die Gesammtthätigkeit vorgenommen werden können. Er verliert die richtige Schätzung seiner individuellen Kraft; er vergisst, dass das, was er kann und weiss, zum grössten Theile ein ererbtes ist; er kommt in Gefahr, sie für ein selbstständig erworbenes oder besser für ein von ihm erschaffenes Gut zu halten.

Hätte sich übrigens Gerhard't die Mühe genommen, aus seinen Behauptungen die nächsten Folgerungen zu ziehen, so würde er selbst das Unrichtige derselben eingesehen haben. Denn wenn organische Verbindungen nicht durch chemische

Kräfte erzeugt sind, so werden sie auch nicht durch chemische Kräfte zusammengehalten, und es lässt sich durchaus nicht einsehen, wie ein organischer Körper ausserhalb eines Organismus bestehen könne. Es wäre auch ganz nutzlos sie zu analysiren, da ja die Analyse derjenige Process ist, welcher die Producte der geheimnissvollen Lebenskraft zerstört, also kein Vorgang ist, der einen Rückschluss auf ihre Bildung gestattete. Die organische Chemie würde damit aufhören eine Disciplin der allgemeinen Chemie zu bilden und müsste einer Physiologie zugewiesen werden, welche sich lediglich auf die Annahme einer Lebenskraft stützt. Alle diese Folgerungen stehen in directem Widerspruch mit der ganzen Thätigkeit Gerhardt's.

Man hat Berzelius den Vorwurf gemacht, dass er Dualist gewesen sei und glaubte ihn damit allein widerlegt zu haben; er war es auch dort, wo ihn chemische Thatsachen dazu bestimmten. Aber einem so unwissenschaftlichen, sich selbst widersprechenden Dualismus hat Berzelius nie gehuldigt.

Es scheint mir übrigens, dass die unklaren Vorstellungen Gerhardt's in einem ideellen Zusammenhange mit den chemischen Typen Dumas' stehen. Dumas hat aus inneren Gründen, wie namentlich Pelouze nachwies*), es hierüber nie zu einer klaren, wissenschaftlichen Definition gebracht; aber er scheint darunter theilweise eine durch unbekannte Kräfte zusammengehaltene Verbindung verstanden zu haben, die sich der zerstörenden, d. i. chemischen Wirkung des Chlors widersetzt und dieses selbst zwingt, eine seiner Natur widersprechende Rolle zu spielen.

Glücklicher als in diesen allgemeinen speculativen Betrachtungen, glücklicher als mit seiner Classification war Gerhardt dort, wo er aus chemischen Thatsachen Schlüsse zog, wo er die Deductionen des Philosophen durch die Inductionen des Naturforschers ersetzte. Man wird nicht allzusehr irren, wenn man in der Kunst, chemische Thatsachen zu interpretiren und daraus Schlüsse zu ziehen, die Frucht der Liebig'schen Schule erkennen will.

*) Siehe Grundlage der modernen Chemie, S. 89.

Gerhardt war es aufgefallen, dass jede organische Substanz, welche unter dem Einflusse eines chemischen Agens zerfällt, stets die Elemente $C_2 O_4$, die Elemente $H_4 O_2$ und $N_2 H_6$ oder ein Multiplum dieser Mengen entwickle. Er begnügte sich nicht diese Thatsache einfach zu registriren, sondern er forschte nach der Ursache der Erscheinung und er war so scharfsinnig, dieselbe zum Theil zu entdecken und die Frage in solcher Weise zu lösen, dass er hierdurch einen bleibenden Einfluss geübt hat.

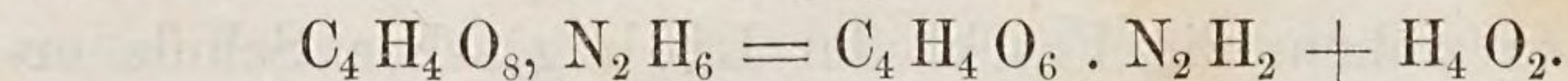
Sein Ideengang ist folgender: Bei der Bildung des Benzins, Cumins, Cinnamins, Anisols aus den entsprechenden Säuren, bei Entstehung von Sumpfgas aus Essigsäure, von Brenzweinsteinsäure aus Weinsäure, von Brenzmekonsäure aus Mekonsäure, von Itakonsäure aus Citronensäure, bei der Bildung des Anilins aus der Anthranilsäure, des Alkohols aus Traubenzucker, des Orcins aus dem Lecanorin, kurz in all den Fällen, wo aus einer organischen Substanz sich Kohlensäure abspaltet, entstehen stets die Mengen $C_2 O_4$, niemals CO_2 , $C_3 O_6$, $C_5 O_{10}$, d. h. niemals Multipla von ungeraden Zahlen.

Daraus gehe nun nicht allein hervor, dass das Aequivalent — hier abwechselnd in der Bedeutung von Molecül und Atom gebraucht — der Kohlensäure $C_2 O_4$ und das des Kohlenoxyds $C_2 O_2$ sei, sondern auch dass dem Kohlenstoff das Aequivalent $C_2 = 150$ zukomme, wenn $O = 100$ gesetzt werde.

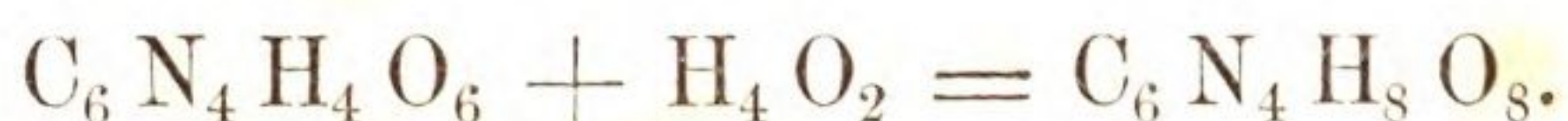
Das Aequivalent des Wassers sei aber $H_4 O_2$. Denn analysire man die Reactionen, ohne eine theoretische Idee darauf anzuwenden, und vergleiche die Reactionen der Körper mit einander, so werde man finden, dass stets, wenn bei einer Reaction Wasser hinzutrete oder sich abscheide, dies immer in dem Verhältniss $H_4 O_2$ geschehe.

Von den zahlreichen Thatsachen, mit welchen Gerhardt seine Meinung begründet, heben wir hervor⁴⁾:

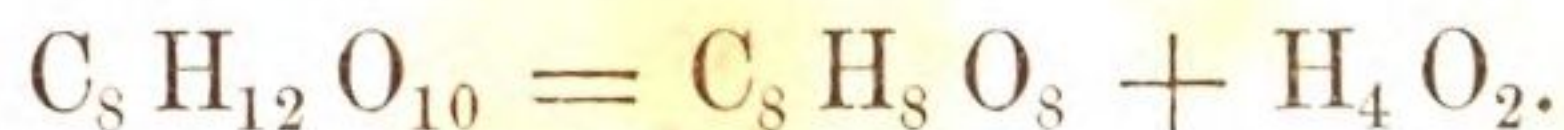
Saures oxalsaures Ammoniak verwandelt sich in Oxaminsäure unter Austritt von $H_4 O_2$:



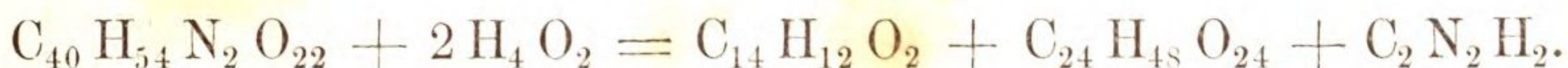
Parabansäure verwandelt sich in Oxalursäure unter Aufnahme von $H_4 O_2$:



Aepfelsäure wird Maleïnsäure unter Abscheidung von $\text{H}_4 \text{O}_2$:



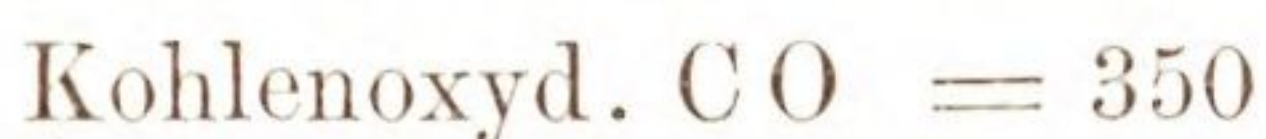
Das Amygdalin verwandelt sich in Traubenzucker, Bittermandelöl und Blausäure unter Aufnahme von $2 \text{H}_4 \text{O}_2$:



Alle zusammengesetzten Aetherarten erzeugen sich durch Vereinigung einer Säure mit den Elementen von Alkohol unter Abscheidung von $\text{H}_4 \text{O}_2$:



Gerhardt schlug nun vor, das Atomgewicht des Sauerstoffs = 200, das des Kohlenstoffes = 150, das des Wasserstoffes = 12,5 zu setzen, wonach dann die Formeln des Kohlenoxydes $\text{C}_2 \text{O}_2$, der Kohlensäure $\text{C}_2 \text{O}_4$, des Wassers $\text{H}_4 \text{O}_2$ sich in folgende „Aequivalente“ übertragen liessen:



Damit schien nun nichts Wesentliches und Neues erreicht: die Formeln waren dieselben, wie sie Berzelius angenommen hatte, nur besaßen die Elemente doppelt so hohe Atomgewichte. Aber das Neue und Folgenschwere lag in dem Rückschlusse, den Gerhardt nunmehr bezüglich der Constitution der Salze und der Metalloxyde zog.

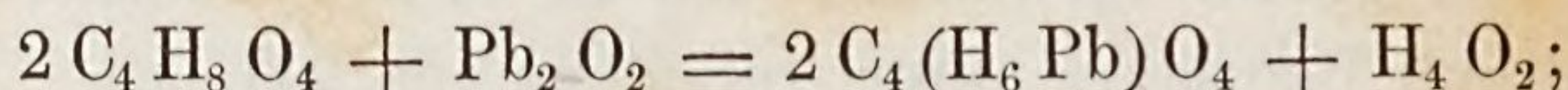
Er sagt:

„Die Constitution der Salze, sowie alle Chemiker sie angenommen haben, ist nicht mehr zulässig, wenigstens in der organischen Chemie. Denn wenn das Aequivalent des Wassers $\text{H}_4 \text{O}_2$ ist, so sieht man, dass z. B. die freie Essigsäure kein essigsaures Wasser, $\text{C}_4 \text{H}_6 \text{O}_3, \text{H}_2 \text{O}$, ist, weil $\text{H}_2 \text{O}$ nur die Hälfte von 1 Aeq. Wasser sein würde.

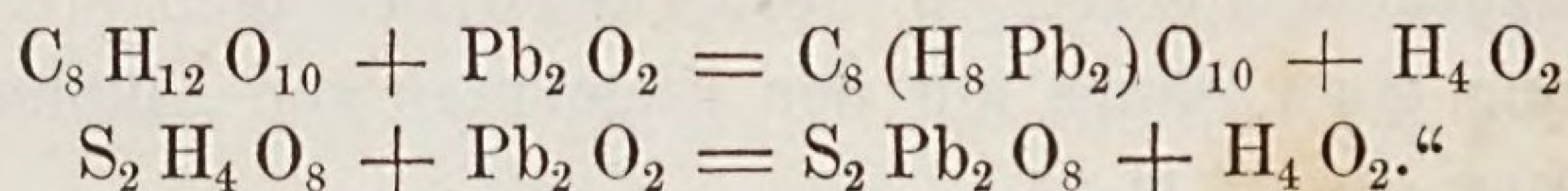
„Aus demselben Grunde würde das Aequivalent des Bleioxydes z. B. nicht Pb O , sondern $\text{Pb}_2 \text{O}_2$ sein oder vielmehr $\text{Pb}_2 \text{O}$ (neue Bezeichnung $\text{O} = 200$). Wenn sich ein Salz durch eine

Säure und ein Metalloxyd bildet, so tauscht dieses sein Metall gegen das Aequivalent Wasserstoff der Säure aus. Folgendes sind alsdann die Reactionen:

für eine einbasische Säure, z. B. die Essigsäure:



für eine zweibasische Säure, die Aepfelsäure, die Schwefelsäure:



Diese Auffassungsweise enthält also zwei neue Punkte: 1) wurde betont, dass die einbasischen Säuren nur die Elemente von einem halben Molecüle Wasser enthalten; 2) wurde der Versuch gemacht, die Metalloxyde analog dem Wasser constituirte aufzufassen; keineswegs war aber hierin Gerhard't consequent. Merkwürdig genug ist es aber gerade seine Inconsequenz oder der Widerspruch mit seinem eigenen Princip, der ihn das Richtige wieder finden liess. Gerhard't meinte nämlich, „dass das Aequivalent des Wassers, sowie man es künftig annehmen muss, gewisse seltsame Anomalien verschwinden lässt, welche man zwischen der Theorie der Volumen, der Atomentheorie und der Theorie der Aequivalente bemerkt.“

Gerhard't wollte also offenbar solche Formeln schreiben, welche diesen drei Theorien Genüge leisteten. Wir wissen heute, dass die Aequivalentformeln niemals mit den Moleculargewichtsformeln identisch sein können, wenn sie auch zu denselben in einer einfachen Beziehung stehen. Wäre aber Gerhard't consequent gewesen, so hätte er analog dem Wasser $\text{H}_4 \text{O}_2$ auch das Bleioxyd mit $\text{Pb}_4 \text{O}_2$ bezeichnen müssen, dann wäre aber seine Idee der einbasischen Säuren ungereimt erschienen.

Zu einer dem eigentlichen Sachverhalt näher kommenden Deutung gelangt Gerhard't erst in seinem Grundriss der organischen Chemie; er sagt dort:

„In der anorganischen Chemie haben die Chemiker als Vergleichungspunkt 100 Gewichtstheile Sauerstoff, worauf sich

alle Aequivalente beziehen, gewählt, während sie in der organischen Chemie zu gleichem Zwecke 200 Gewichtstheile angenommen haben. Man hat also dem Aequivalente des organischen Sauerstoffs ein doppelt so grosses Gewicht zuerkannt als dem des anorganischen Sauerstoffs.

„Ich bin zur Erkenntniss dieses Irrthums gelangt durch die sorgfältige Erwägung einer grossen Anzahl von organischen Reactionen, in welche ich immer $C_2 O_4$, $H_4 O_2$, das heisst doppelt so grosse Quantitäten eingehen sah, als die sind, welche man in der anorganischen Chemie als Aequivalente betrachtet. Diese Thatsache steht mit einem andern Umstande im Einklang, dem nämlich, dass in allen durch Versuche gehörig bestätigten organischen Formeln die Aequivalente des Wasserstoffs durch 4 theilbar waren. Auf welche Art man übrigens jene Anomalien auch erklären mag, man wird zuletzt doch nur zwischen diesen beiden Schlussfolgerungen wählen können, ob nämlich $H_4 O_2$ und $C_2 O_4$ ein Aequivalent oder ob sie zwei Aequivalente vorstellen. Nach der ersten Annahme müsste man die anorganischen Formeln verdoppeln, um sie mit den organischen in Einklang zu bringen, und diese Veränderung hatte ich zuerst vorgeschlagen. Nach der andern Hypothese ist es nothwendig, die meisten organischen Formeln zu spalten; ich ziehe jetzt diesen zweiten Ausweg vor.

„Man erklärt sich leicht, wie jener Irrthum sich in die Wissenschaft eingeschlichen hat. Da man sich das Wasser als aus gleichen Aequivalenten eines jeden Bestandtheils zusammengesetzt dachte, so lag der Schluss nahe, dass man alle Metalloxyde, die sich gegenseitig durch Zusammensetzung und Eigenschaften entsprechen, durch die allgemeine Formel MO ausdrücken müsse.

„Um die Aequivalente der organischen Stoffe zu bestimmen, hat man nothwendig mit der Analyse der Salze anfangen müssen, denn die Aequivalente der neutralen Verbindungen sind durch Erörterung ihrer Reactionen bestimmt worden. So hat z. B. die Kenntniss des Aequivalents der Essigsäure erlaubt, das des Alkohols daraus abzuleiten u. s. w. Man hat also das essigsaure

Silber analysirt, und aus der Quantität von Metall, welche die Analyse gab, hat man die Quantität des Silberoxyds, dessen Existenz im Salze angenommen wird, berechnet. Diese Quantität hat man nun als ein Aequivalent betrachtet, und so dasjenige der organischen Substanzen daraus abgeleitet“⁶⁾).

Aber auch in diesen Behauptungen ist klar Erkanntes mit Unklarem vereinigt. Richtig ist es, dass Berzelius die Moleculargewichte mancher organischen Verbindungen im Vergleiche zu manchen anorganischen verdoppelt hat; der von Gerhardt angegebene Grund mag dabei in zweiter oder dritter Linie bestimmend mitgewirkt haben; aber er ist keineswegs der Hauptgrund; wir sehen dies sofort daran, weil verschiedene anorganische Verbindungen nach der Berzelius'schen Schreibweise ebenfalls ein verdoppeltes Moleculargewicht aufweisen. Diesen Umstand erklärt man nicht, wenn man mit Gerhardt annimmt, Berzelius habe in der organischen Chemie den Sauerstoff = 200, in der anorganischen = 100 gesetzt; eine Erklärung, die übrigens von den Chemikern der damaligen Zeit mit Lächeln aufgenommen wurde; denn eine nur flüchtige Ueberlegung musste sofort zeigen, dass dadurch allerdings das Moleculargewicht verdoppelt worden, aber die relative Anzahl der Atome im Molecül die richtige gewesen wäre, während doch nach der andern „Hypothese“ Gerhardt's die meisten organischen Formeln zu spalten waren. Ferner ist auch die Behauptung Gerhardt's, dass man stets das Wasser als aus einem Aequivalent*) Wasserstoff und aus einem Aequivalent Sauerstoff bestehend betrachtet habe, ganz unrichtig. Berzelius, der hier allein in Betracht kommen kann, that dies niemals; er betrachtete stets das Wasser als aus 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff zusammengesetzt und schrieb H O oder $\text{H}_2 \text{O}$ ($\text{O} = 100$; $\text{H} = 6,24$ oder $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$).

So sagt er in seinem Lehrbuche (V. Aufl., Bd. 1, S. 150):

„Das Atomgewicht des Wasserstoffs ist 6,2398. Es wird mit H bezeichnet. Allein der Wasserstoff hat eine überwiegende

*) Gerhardt gebraucht hier Aequivalent in der Bedeutung von Atom.

Neigung, sich in paarigen Atomen mit anderen Körpern zu vereinigen, und mit völliger Sicherheit kennt man noch keinen Fall, wo er sich mit ihnen in ungeraden Zahlen verbindet. Sein doppeltes Atomgewicht ist $= 12,4795$ und dessen Symbol H.

„Einige Chemiker, namentlich englische, nehmen das doppelte Atomgewicht des Wasserstoffs als Einheit an, aus folgenden Gründen: 1) weil sie das Wasser als aus einer gleichen Atomenanzahl beider Elemente zusammengesetzt betrachten; 2) weil das Atomgewicht des Wasserstoffs von allen das niedrigste sei und 3) weil sie vermuthen, die Atomgewichte aller übrigen Körper seien gerade Multipla vom doppelten Atomgewicht des Wasserstoffs. Sehr viele nähern sich diesem Verhältniss, z. B. das des Sauerstoffs, welches mit dem des Wasserstoffs als Einheit verglichen, 8,013 ist, was jene Chemiker gerade zu 8 annehmen. Am Schlusse der anorganischen Chemie werde ich indessen zeigen, dass dieses gerade multiple Verhältniss nicht von der Erfahrung bestätigt wird, so weit wenigstens die Genauigkeit bei den Analysen bis jetzt kommen konnte. Ausserdem scheint der Umstand, dass alle einfachen beständigen Gase bei gleichem Volumen, gleicher Temperatur und gleichem Drucke eine gleiche specifische Wärme haben, einen Beweis zu enthalten, dass sie auch eine gleiche Anzahl von einfachen Atomen enthalten müssen.“

Seite 372 desselben Bandes bemerkt er:

„Das Wasser besteht aus 1 At. Sauerstoff und 2 At. Wasserstoff. Sein Atom wiegt 112,479 und wird mit H_2O oder H bezeichnet.“

Man sieht hieraus unwiderleglich, dass im stricten Sinne der Berzelius'schen Auffassung das Atomgewicht des Sauerstoffs auch $= 16$ gesetzt werden kann; den $\frac{100}{6,2398} = 16,026$ oder $8,013 \cdot 2$; und dass Gerhardt mit dieser Annahme durchaus nichts Neues begründet hat. Berzelius hatte die Gay-Lussac'sche Volumtheorie vollständig adoptirt.

Wenn die Mehrzahl der jetzt in Wirksamkeit stehenden Chemiker diesen Umstand nicht in entsprechender Weise würdigt, so liegt eine Entschuldigung darin, weil zwischen der Ber-

zeliuss'schen Schreibweise und der heutigen die Gmelin'sche liegt, welche aber nicht mit Atomgewichten, sondern mit Mischungs- oder Aequivalentgewichten rechnete und den Sauerstoff deshalb $= 8$, den Wasserstoff $= 1$ setzte, das Wasser HO schrieb. Aber von „Reformen“ kann man auch hier nicht sprechen; denn Gerhardt hat auch hier nur einen von Berzelius längst gekannten Umstand in ein neues Gewand gekleidet.

In der Folge nun spaltete Gerhardt alle organischen und anorganischen Formeln, welche 4 Vol. Dampf entsprachen, so dass ihr Moleculargewicht nur 2 Volumen ausmachte; dadurch wurde auch die Formel des Ammoniaks, welche Berzelius NH_3 ($\text{N} = 28$, $\text{H} = 2$), NH_3 , ebenso die Formel der Salpetersäure NO_5 , $\text{HO} = \text{HNO}_3$ u. s. w.

Die Atomgewichte der Metalle wurden auf die Hälfte herabgesetzt, um die Metalloxyde dem Wasser entsprechend formuliren zu können; man schrieb nun statt KO , NaO , PbO , AgO u. s. w. K_2O , Na_2O , Pb_2O , Ag_2O u. s. w.; das Eisenoxyd, das Antimonoxyd wurden durch Fe_4O_3 , Sb_4O_3 ausgedrückt.

Aus allen diesen Vorschlägen Gerhardt's hat die Wissenschaft bleibenden Gewinn gezogen. Aber diese „Reform“ hat ein scheinbar sehr geringfügiger Umstand veranlasst und der ganze Unterschied in dem Formelausdrucke Berzelius' und Gerhardt's lässt sich auf diesen zurückführen. Berzelius wusste, wie wir oben gesehen haben, sehr wohl, dass das Wasser 2 At. H und 1 At. O enthalte; aber er legte diesem Umstande keine fundamentale Bedeutung bei, er behandelte ihn mehr als Ausnahme, legte sich allerdings diese dadurch zurecht, dass er annahm, der Wasserstoff besitze eine ausserordentliche Neigung sich in paaren Atomzahlen zu verbinden; dieser H repräsentirte ihm ein Aequivalent, welches sich mit einem Aequivalent oder Atom O zu Wasser verband. Dadurch wurden die Atomgewichte aller Elemente, welche mit Wasserstoff Verbindungen der ersten Ordnung bildeten, wie Chlor, Jod, Brom, Fluor, Phosphor, Stickstoff, Arsen und Antimon um die Hälfte zu gross, das Molecül dieser Verbindungen selbst wurde ebenfalls verdoppelt. Ber-

zeliusschrieb also HCl , HBr , HFl , PH_3 , SbH_3 , AsH_3 , welche Formeln 4 Vol. Dampf repräsentiren. Derselbe Fehler machte sich dann bei der Salpetersäure, die Berzelius NO_5 , HO und bei der Essigsäure, die er $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$, HO schrieb, geltend.

Der einzige Fehler der Berzelius'schen Auffassung lag demnach, wie Blomstrand bemerkt, in seiner Aequivalenttheorie. Er hatte an der von Lavoisier noch herstammenden Vorstellung, dass der Sauerstoff der Mittelpunkt der Chemie sei, festgehalten und ihn auch zum Maasse der Aequivalenz der Stoffe gewählt. Dadurch erhielt er beim Messen des chemischen Geldwerthes eine zu grosse Scheidemünze und er konnte den geringeren chemischen Wirkungswerth des Wasserstoffes nicht entsprechend berücksichtigen: die volle Entwicklung der Volumtheorie hatte er sich dadurch abgeschnitten. Es war gewiss eine bedeutungsvolle That Gerhardt's, dies erkannt zu haben, aber es war keine „Reform“, es war nur die Entwicklung eines Keimes, den Berzelius selbst gepflanzt und gehegt hatte.

Aber die Art dieser Entwicklung entsprach nicht der stillen, geräusch- und selbstlosen Wirksamkeit, die Berzelius zierte; er liebte es, seine Ideen mit bereits Erkanntem in Beziehung zu setzen, um die Continuität der Wissenschaft zu wahren.

Anders verhält es sich mit Gerhardt; dieser suchte Widersprüche, er fand einen Gefallen daran, sich auf Kosten Anderer geltend zu machen; aus einem neuen Gesichtspunkte zog er die äussersten Consequenzen. Dadurch kam, insoweit dies nicht schon durch Dumas und Laurent bewirkt war, ein neuer und fremdartiger Zug in die Behandlung der Wissenschaft, und dem ferner Stehenden erschien manches neu dem Wesen nach, was nur neu war in der Art sich geltend zu machen.

Wenn nun aber zuzugeben ist, dass Berzelius von der Erkenntniss der Zusammensetzung des Wassers nicht die entsprechende Anwendung in Bezug auf die Zusammensetzung der Metalloxyde gemacht hat, so lässt sich Gerhardt gegenüber behaupten, dass er hier die Consequenzen bis zur Unhaltbarkeit gezogen hat. Berzelius kennt mit Ausnahme gewisser Oxydule, die aber keine eigentlichen salzfähigen Basen bilden, keine

Metalloxyde, welche analog dem Wasser zusammengesetzt sind; Gerhardt kennt nur solche. Um so viel als Berzelius hinter dem Richtigen zurückblieb, gerade um so viel ist Gerhardt über dasselbe hinausgeschritten. Die Halbirung sämmtlicher Atomgewichte der Metalle seitens Gerhardt hat sich denn auch bald als eine Uebereilung herausgestellt; man hat dieselbe nur noch bei denjenigen Metallen beibehalten, bei welchen sie weiter durch das Gesetz der specifischen Wärme begründet ist, also bei den Alkalimetallen und bei dem Silber.

Die inneren Gründe aber, welche Berzelius' Verhalten in diesen und anderen Punkten bestimmten, sind viel schwerer wiegend, als die Gerhardt's. Berzelius liess sich nie, weder bei der Feststellung der Atomgewichte der Elemente, noch bei der Bestimmung der Anzahl der Atome im Molecül, durch einen einzigen Gesichtspunkt leiten, sondern er erwog alle Momente sorgfältigst und zog aus allen die Grundsätze für seine Wahl; diese seine Vorsicht hatte bei ihm einen so sichern wissenschaftlichen Takt entwickelt, dass er selbst in den schwierigsten Fällen das zu jener Zeit Richtige erkannte. Anders war es bei Gerhardt: Dieser fasste immer nur eine Seite heraus, brachte sie aber dann mit äusserster Consequenz zur Geltung. Wenn er also in den soeben besprochenen Punkten manches richtiger erfasst hat, so ist daran nicht etwa eine besonders hohe wissenschaftliche Befähigung Schuld — hierin erreichte er Berzelius nicht entfernt — sondern es ist der glückliche „Griff“ eines Denkens, in dem aber nicht wenige Missgriffe zu verzeichnen sind.

Der Atomgewichtstabelle, welche Gerhardt für einige einfache Körper in seinem Grundriss S. 59 aufgestellt hat, stelle ich die Berzelius'sche gegenüber.

Gerhardt:				Berzelius:			
Sauerstoff	. . .	O	100	Sauerstoff	. . .	O	100
Wasserstoff	. . .	H	6,25	Wasserstoff.	. . .	H	6,24
						H	12,48
Phosphor.	. . .	P	196,4	Phosphor	. . .	P	196,02
						P	392,041

Gerhardt:

Schwefel S	200
Jod J	787,5
Brom Br	500
Chlor Cl	225
(Marignac, Erdmann und Marchand)	
Fluor Fl	110
Stickstoff N	87,5
Kalium K	245
Natrium Na	145,45
Baryum Ba	425
(Salvétat)	
Strontium Sr	275
(Salvétat)	
Calcium Ca	125
(Dumas und Stass)	
Antimon Sb	403,25
Blei Pb	650
(Erdmann und Marchand)	
Eisen Fe	162,5
Kupfer Cu	200
Quecksilber Hg	625
Silber Ag	687,5
(Erdmann und Marchand)	
Gold Au	621,5
Platin Pt	618,75

Berzelius:

Schwefel S	200,75
Jod J	792,996
	J 1585,992
Brom. Br	499,81
	Br 999,62
Chlor. Cl	221,64
	Cl 443,28
Fluor Fl	117,717
	Fl 235,43
Stickstoff N	87,53
	N 175,06
Kalium K	488,856
Natrium Na	289,729
Baryum Ba	855,29
Strontium Sr	545,929
Calcium Ca	251,651
Antimon Sb	806,452
Blei Pb	1294,645
Eisen. Fe	350,527
Kupfer Cu	395,60
Quecksilber Hg	1251,29
Silber Ag	1349,66
Gold Au	1229,165
	Au 2458,33
Platin Pt	1232,08.

Reducirt man die von Gerhardt und Berzelius angenommenen Atomgewichte auf Wasserstoff, $H = 1$, und setzt die heute gebräuchlichen Atomgewichte in eine dritte Columne, so ergeben sich für:

	Ger- hardt:	Ber- zelius:	Neueste
Sauerstoff	16	16	16
Wasserstoff	1	1	1
Phosphor	31,4	31,4	31,0
Schwefel	32	32	32
Jod	126	127	127
Brom	80	80	80
Chlor	36	35,5	35,5
Fluor	17,6	18,8	19
Stickstoff	14	14	14
Kalium	39,2	78,3	39,1
Natrium	23,1	46,4	23,0
Baryum	68,0	137,0	137,0
Strontium	44,0	87,5	87,5
Calcium	20,0	40,3	40,0
Antimon	64,5	129,2	122,0
Blei	104,0	207,4	207,0
Eisen	26,0	56,1	56,0
Kupfer	32	63,4	63,5
Quecksilber	100	200	200,0
Silber	110	216	108,0
Gold	99,4	196,9	197,0
Platin	99,0	197,4	197,5

Von den Atomgewichten, welche Gerhardt den von ihm aufgeführten 22 Elementen beilegt, erweisen sich also, von unbedeutenden Differenzen abgesehen, nur 12 mit den jetzigen übereinstimmend, während die Berzelius'schen in 19 Fällen dieselben geblieben sind. Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, dass Berzelius auch in diesem Falle einen grösseren Scharfblick bewiesen hat, obwohl wir nicht verkennen wollen, dass die, im Allgemeinen zwar weniger begründeten, Annahmen Gerhardt's uns von dem verhängnissvollen Doppelstrich befreiten, der so tief einschneidende Folgen übte.

Im Uebrigen dürfte hier noch auf Blomstrand's ausgezeichnetes Werk, „Die Chemie der Jetztzeit, Heidelberg 1869“,

zu verweisen sein, wo S. 12 bis 38 alle hierher gehörigen Momente mit grösster Klarheit und Unpartheilichkeit gewürdigt sind.

¹⁾ Selbst Philosophen von so vorsichtiger und vermittelnder Haltung wie Lotze erkennen diese Auffassung an.

„Wie gross auch der Unterschied des Lebens von dem Unlebendigen in Bezug auf die Gedanken sein mag, zu deren Darstellung in der Welt der Erscheinungen beide berufen sein mögen, so wenig darf doch die Wissenschaft den ursächlichen Zusammenhang der Verwirklichung und Erhaltung des Lebens auf andere Gesetze und Kräfte zurückführen, als in der übrigen Natur gelten, aus der auch das Lebendige sich entwickelt und in die es vergehend zurückgeht Nicht durch eine höhere, eigenthümliche Kraft, die sich fremd dem übrigen Geschehen überordnete, nicht durch unvergleichlich andere Gesetze des Wirkens wird das Lebendige sich von dem Unlebendigen unterscheiden, sondern nur durch die besondere Form der Zusammenordnung, in die es mannigfaltige Bestandtheile so verflcht, dass ihre natürlichen Kräfte unter dem Einflusse der äusseren Bedingungen eine zusammenhängende Reihe von Erscheinungen nach denselben allgemeinen Gesetzen entwickeln müssen, nach denen auch sonst überall Zustand aus Zustand zu folgen pflegt (Lutze, Mikrokosmos, Bd. 1, S. 54, 1856).

L. Feuerbach dagegen, bei dem ein grosser Gedanke stets eine unumwundene Anerkennung fand, nennt „die Idee von der Einheit der organischen und unorganischen Natur die erhabendste Idee und Errungenschaft der neuesten Zeit.“ (Sein Nachlass, herausgegeben von K. Grün, Bd. II, S. 104.)

²⁾ Grundriss der organischen Chemie, von Dr. Karl Gerhardt. Aus dem Französischen übersetzt von Dr. Adolph Wurtz, Bd. I, S. 2, 3, 4.

³⁾ Gerhardt: Ueber die chemische Classification der organischen Substanzen. Journal f. praktische Chemie, Bd. 27, S. 443.

⁴⁾ Gerhardt, l. c. S. 448.

⁵⁾ l. c. S. 451, 456.

⁶⁾ Grundriss, S. 54.

VI.

Gerhardt's Ansichten über die rationellen Formeln.

Einen eigenthümlichen Standpunkt nimmt Gerhardt dem gegenüber ein, was man als rationelle Formel bezeichnet. Wenn dieser näher bestimmt werden soll, so wird es zunächst nothwendig sein, darzulegen, was man bis zu ihm darunter verstanden hat. Die Auffassung Berzelius' und seiner Schule wird also auch hier den Ausgangspunkt unserer Untersuchung bilden.

Man unterscheidet bekanntlich eine empirische und eine rationelle Zusammensetzung und bedient sich als Ausdruck für dieselbe der empirischen und der rationellen Formeln. Die empirischen Formeln geben nur die Anzahl der Atome an, welche in dem Molecül einer Verbindung enthalten sind; sie stützen sich zunächst auf die Resultate der Elementaranalyse, aber sie enthalten doch mehr als ein nacktes Resultat derselben, da dieses durch die Vorstellung von Atom- und Moleculargewicht bereits rectificirt worden ist. So ergiebt, um das von Kolbe gegebene Beispiel hier mitzutheilen, die Analyse des essigsauren Silberoxydes folgende procentische Zusammensetzung:

$$\text{C} = 14,4$$

$$\text{H} = 1,8$$

$$\text{O} = 19,2$$

$$\text{Ag} = 64,6$$

$$100,0$$

Dividirt man diese Zahlen durch die Atomgewichte der betreffenden Elemente, so erhält man folgendes Atomverhältniss zwischen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Silber:

$$\text{C} = \frac{14,4}{6} = 2,4 \text{ oder } 4,$$

$$\text{H} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ oder } 3,$$

$$\text{O} = \frac{19,2}{8} = 2,4 \text{ oder } 4,$$

$$\text{Ag} = \frac{64,6}{108} = 0,6 \text{ oder } 1.$$

„Unter der durch andere Thatsachen begründeten Voraussetzung, dass die Essigsäure eine einbasische Säure ist, kann man aus obiger Bestimmung folgern, dass 1 At. essigsaures Silberoxyd aus 1 At. Silber, 4 At. Kohlenstoff, 3 At. Wasserstoff und 4 At. Sauerstoff verbunden enthält. Da offenbar die freie Essigsäure ebenso viel Kohlenstoffatome besitzt, wie das Silbersalz, so darf man schliessen, dass die Essigsäure selbst aus $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ besteht. Es ergibt sich daraus ferner, dass diese Essigsäure ein Atom basisches, durch andere Oxyde ersetzbares Wasseratom enthält; wir drücken demnach die empirische Zusammensetzung derselben durch die Formel: $\text{H O} \cdot \text{C}_4\text{H}_3\text{O}_3$ und die des Silbersalzes durch $\text{Ag O} \cdot \text{C}_4\text{H}_3\text{O}_3$ aus ¹⁾.“

Es ergibt sich aus diesen Darlegungen mit Evidenz, dass wir rein empirische, d. h. nur Thatsachen ausdrückende Formeln überhaupt nicht schreiben; dass die einfachste Formel wohl analytische Thatsachen zur Grundlage hat, die aber erst durch bestimmte Voraussetzungen gedeutet werden können. Die Formel $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ lässt aber nicht erkennen, welche Functionen den einzelnen Atomen übertragen sind und insofern drückt die einfache Angabe der Atome ein rein thatsächliches Verhältniss aus.

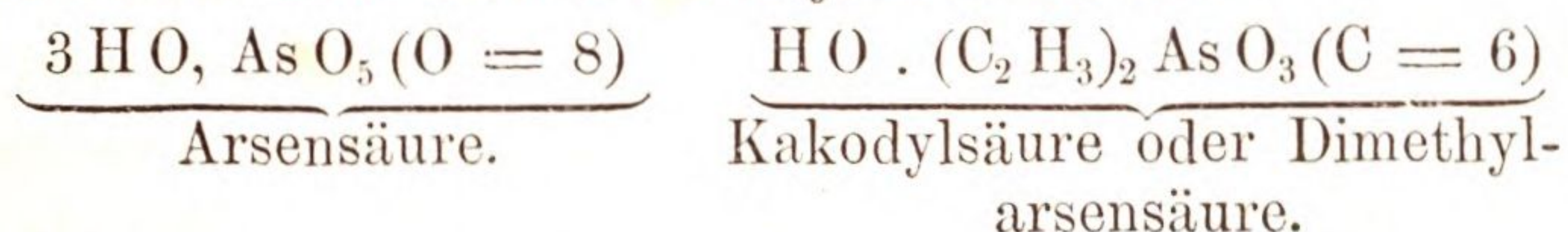
Sucht man nun durch eingehendere Forschungen die Functionen der einzelnen Atome der Verbindungen zu bestimmen und dieselben durch entsprechende Gruppierung auszudrücken, so erhält man die rationellen Formeln. Es ist klar, dass, je tiefer wir hier eindringen, um so umfassender unsere Kenntniss von

diesen Functionen sich gestalten werden und dass in demselben Maasse der geistige Inhalt unserer rationellen Formeln zunehmen wird. Dieselben können nun wohl als die Marksteine unserer aufsteigenden Erkenntniss betrachtet werden; sie dürfen nicht, wie häufig geschieht, als etwas absolut Gegebenes und Unveränderliches aufgefasst werden, sondern sie müssen, dem Charakter der inductiven Forschung entsprechend, eine unserem wachsenden Wissen gemässe Zunahme ihres gedanklichen Inhaltes aufweisen. Den Beweis davon werden wir führen, wenn wir nun weiter an der Hand Kolbe's²⁾ die Veränderungen verfolgen, welche unsere Auffassung der rationellen Zusammensetzung der Essigsäure erlitten hat.

Berzelius betrachtete die wasserfreie Säure zuerst als das Trioxyd des Acetylradicals und schrieb $C_4H_3 + O_3$, die wasserhaltige als $C_4H_3O_3, HO$ und nahm an, dass darin alle vier Kohlenstoffatome und andererseits die drei Wasserstoffatome gleichwerthig seien. Später erkannte man, dass Methyl einen Bestandtheil dieses Radicals ausmacht, und dass demnach zwei Atome Kohlenstoff eine andere Rolle spielen, als die beiden im Methyl vorhandenen Kohlenstoffatome. Eine Entdeckung Gerhardt's lieferte bald darauf den Beweis, dass auch die drei Sauerstoffatome der Essigsäure nicht gleichwerthig sind, dass vielmehr zwei derselben mit dem Acetyl $(C_2H_3)C_2$ ein sauerstoffhaltiges Radical: $(C_2H_3)C_2O_2$ bilden, und dass dieses als näherer Bestandtheil in der Essigsäure fungirt. Demgemäss galt die Essigsäure als das Monoxydhydrat eines aus 2 At. Kohlenstoff, 2 At. Sauerstoff und 1 At. Methyl bestehenden Acetylradicals.

Durch Frankland's Entdeckungen gewann man die Erkenntniss, dass in unorganischen Verbindungen an die Stelle des Chlors und Sauerstoffs organische Radicale eintreten können, in der Weise, „dass dadurch die Sättigungscapacität der in ähnlicher Verbindungsweise auftretenden Elemente stets durch dieselbe Zahl der zutretenden Atome ohne Rücksicht auf den chemischen Charakter derselben befriedigt werde.“ (Kolbe: Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 101, S. 259.) So habe

man die Kakodylsäure, welche man früher mit der arsenigen Säure verglich, auf die Zusammensetzung der Arsensäure zu beziehen, indem 2 At. Sauerstoff der letzteren gegen 2 At. Methyl ausgetauscht werden, wodurch dann die dreibasische Arsensäure zu der einbasischen Kakodylsäure werde:



Diese Erkenntniss diene nun weiter zur Bestätigung und weiteren Ausführung einer von Kolbe bereits 1848 ausgesprochenen Vorstellung, der nämlich, dass die fetten Säuren gepaarte Radicale enthalten, welche einerseits aus C_2 , andererseits aus Wasserstoff, Methyl, Aethyl, überhaupt aus den Alkoholradicalen bestehen. So entstehe aus der zweibasischen Kohlensäure $2 \text{ H O} \cdot (\text{C}_2 \text{ O}_2) \text{ O}_2$ die einbasische Essigsäure, indem ein Atom des extraradicalen Sauerstoffs durch Methyl vertreten werde: $\text{H O} \cdot \text{C}_2 \text{ H}_3 (\text{C}_2 \text{ O}_2) \text{ O}$ (Kolbe: Annalen der Chemie, Bd. 113, S. 293—332).

Diese Idee fand dann durch Wanklyn's Darstellung der Essigsäure aus Natriummethyl und Kohlensäure ihre thatsächliche Bestätigung. „Damit ist“, wie Kolbe bemerkt, „über die Constitution der Essigsäure wieder ein ganz neues Licht verbreitet, ohne dass dadurch die Richtigkeit der bisherigen Betrachtungsweise im Geringsten beeinträchtigt wird. Man sieht nun, welche Functionen die 2 At. Kohlenstoff, die 2 At. Sauerstoff und das Methylatom in der Essigsäure haben. Die ersten beiden, $\text{C}_2 \text{ O}_2$, bilden das Radical, welches die Essigsäure und Kohlensäure gemein haben, und das Methyl der Essigsäure nimmt die Stelle eines der beiden extraradicalen Sauerstoffatome der Kohlensäure ein, ohne übrigens durchaus dessen Functionen zu übernehmen, wie schon die verschiedene Basicität beider Säuren ausweist, welche überall von der Anzahl der extraradicalen Sauerstoffatome abhängt.

„Durch Erwägungen ähnlicher Art ist man weiter zu der Erkenntniss gelangt, dass auch im Aethyl und in den kohlenstoffreicheren Alkoholradicalen nicht alle Kohlenstoffatome gleich-

werthig sind, sondern dass ihre Verbindungen in ähnlicher Weise, wie die fetten Säuren, von der Kohlensäure deriviren, nämlich zwei weitere Sauerstoffatome der letzteren durch je zwei Wasserstoffatome vertreten enthalten.“

Man ersieht aus diesen Betrachtungen, dass in den rationellen Formeln der Chemie sich die fortschreitenden Erfahrungen verkörpern; die Bestrebungen des wahren, in bewusster Continuität mit den Gesamtbestrebungen sich befindenden Forschers sind auch in dieser Hinsicht nur darauf gerichtet, die gemachten Erfahrungen zum allseitigen Ausdruck zu bringen.

„Um zur Erkenntniss der näheren Bestandtheile der organischen Verbindungen zu gelangen, sind,“ fährt Kolbe fort, „vor Allem immer möglichst vielfältige Erfahrungen theils über ihre Bildungsweisen, theils über ihre Zersetzungen zu sammeln und, nachdem man sich hieraus eine bestimmte Ansicht gebildet hat, ist mit Umsicht zu prüfen, ob diese Vorstellung in allen Consequenzen sich bewährt, und ob sie auch auf verwandte ähnliche Fälle anwendbar ist.“

Im Gefühle der Kraft also, welches die zum Bewusstsein gelangte Gemeinsamkeit der wissenschaftlichen Arbeit erzeugt und im Hinblick auf den bereits zurückgelegten Weg wird an der endlichen Lösung der schwierigen Frage nach der rationellen Constitution, bei welcher man nach Berzelius „niemals genug Vorsicht in den Schlüssen, genug Gründlichkeit in den Urtheilen und genug Vielseitigkeit in den Beweisen anwenden kann“, der wahre Forscher nicht verzagen.

Anders Gerhardt. Er, der in anderen Fragen so kühn Lösungen vorweg nahm, die der Zukunft vorbehalten waren, er verwirft die Bestrebungen, die rationelle Constitution der Verbindungen zu bestimmen, er verwirft rationelle Formeln.

„Es ist“, sagt Gerhardt, „ein so allgemein verbreitetes Vorurtheil, dass man durch chemische Formeln die atomistische Zusammensetzung der Körper ausdrücken kann, d. h. die wirkliche Anordnung ihrer Atome, dass es mich vielleicht Mühe kosten wird, einige meiner Leser vom Gegentheil zu überzeugen“³⁾.

Wir müssen hier gleich am Eingange Einspruch erheben gegen die wenig wissenschaftliche Art, mit der Gerhardt seinen Kampf gegen die rationellen Formeln eröffnet. Aus dem Gesagten ist nicht zu ersehen, was Gerhardt eigentlich meint; ja dasselbe ist in so hohem Grade unklar, dass es dem, welcher mit der Stellung Gerhardt's nicht bekannt ist, zweifelhaft erscheinen könnte, ob denn Gerhardt die Vorstellungen bekämpfen will, die vorhin, als in den Worten rationelle Formel und rationelle Zusammensetzung enthalten, dargelegt wurden⁴⁾. Dies wird nur aus dem Zusammenhange klar.

Aber das ist nicht der einzige Fehler; bei näherem Zusehen bemerken wir, dass Gerhardt zwei Vorstellungen als identisch fasst, die es nicht sind. Und da wir Gerhardt als einen Mitbegründer der modernen Chemie anzusehen haben, so möchte hier die Frage erlaubt sein, ob nicht auch Gerhardt die erste Veranlassung war, dass der Begriff rationelle Formel in der modernen Chemie ein so confuser geworden ist. Kolbe macht in seiner Schrift: „Die Moden der modernen Chemie“, darauf aufmerksam und weist durch Nebeneinanderstellung der Definitionen, welche die berühmtesten Vertreter dieser Richtung hierüber gegeben haben, nach, dass dort das Wort chemische Constitution „jeden möglichen, zum Theil selbst unfasslichen Sinn, nur nicht den besitzt, in welchem dieses Wort von Berzelius gebraucht ist.“ A. a. O., Separatabdruck, S. 22.

Eine Formel, die nur die „atomistische Zusammensetzung“ ausdrückt, ist weder eine empirische noch eine rationelle, sie ist der Ausdruck der Analyse, d. h. sie giebt die relative Anzahl der constituirenden elementaren Atome an. Aus dieser atomistischen Formel entwickelt man erst die empirische, d. h. diejenige, welche die absolute Anzahl der in einer organischen Verbindung vorhandenen elementaren Atome angiebt. Dies geschieht, indem man das Moleculargewicht der betreffenden Verbindung feststellt. Bei Säuren und Basen findet man dies durch Analyse ihrer Salze, bei indifferenten Stoffen durch Studium ihrer Bildungsweisen und Zersetzungen, bei Gasform annehmenden Stoffen durch Ermittlung des specifischen Gewichts

der Dämpfe u. s. w. (Siehe hierüber Kolbe: Ausführliches Lehrbuch, S. 8 bis 12.)

Der Beisatz aber, wirkliche Anordnung der Atome, bezieht sich, wie aus dem Nachfolgenden erst klar wird, auf die rationelle Zusammensetzung, aber er drückt durchaus das nicht aus, was Berzelius und seine Schule darunter versteht. Atom ist ein Begriff und ein Begriff ist nicht identisch mit realer, d. i. wirklicher Existenz, mit der Existenz, welche von meiner Vorstellung unabhängig ist, welche sich geltend macht, ob ich will oder nicht, welche sich meinen Augen, meiner Nase, meinen Ohren, kurz meinem ganzen Gefühlsapparate aufdrängt, die sich mit einem Worte sinnlich geltend macht.

Wie die Backsteine wirklich angeordnet sind, die ein Haus zusammensetzen, das braucht man nicht durch Vorstellungen zu demonstrieren, es kann durch eine Zeichnung klar gemacht werden, denn die Backsteine besitzen reale Existenz, brutale sogar, wenn sie einem nämlich auf den Kopf fallen. Wie aber die Atome „wirklich“ angeordnet sind, das werden wir nie erfahren, oder es wird uns wenigstens durch Zeichnungen nicht klar gemacht werden können; hier müssen Vorstellungen eingreifen, da eben Atome keine sinnlichen Wesen sind. Indess wird dies noch ausführlicher zu erörtern sein bei Betrachtung der Lehren der Structurchemiker, welche die Erforschung der „wirklichen“ Anordnung der Atome zu der eigentlichen Basis ihrer Speculationen gemacht haben.

In der klaren Erkenntniss dieses Sachverhaltes hat wohl Kolbe diese Speculationen als auf Illusionen beruhend zurückgewiesen. „Wir werden, sagt derselbe, allerdings durch unsere Forschungen über die chemische Constitution der Körper niemals eine klare Anschauung von der Art und Weise gewinnen, wie die einzelnen Atome gegen einander gelagert sind; aber welche Functionen einzelne Atome oder Atomgruppen anderen gegenüber haben, bleibt dem geistigen Auge nicht verhüllt“⁵⁾.

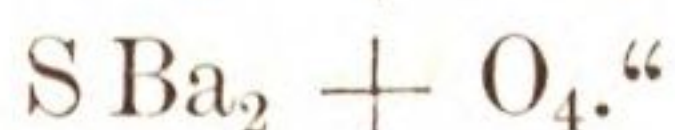
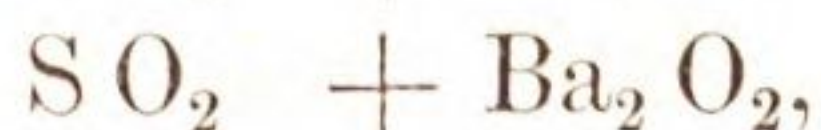
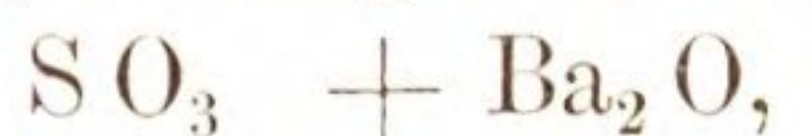
In der letzteren Richtung allein durfte Gerhardt einen Angriff versuchen, wenn anders er nur den Geist der Berzelius'-

schen Auffassung bekämpfen wollte und nicht auch in diesem Falle die Schatten seiner erregten Phantasie.

Wir kehren nach dieser Auseinandersetzung zu seiner Polemik zurück:

„So erscheint die Präexistenz der Schwefelsäure und des Barytes im schwefelsauren Baryt so einleuchtend, so conform allen errungenen Wahrheiten, dass es als eine Verwegenheit erscheint, diese Ansicht bekämpfen zu wollen. Und doch ist nichts leichter, als darzuthun, dass sie auf Illusion, auf falscher Auslegung der Erscheinungen beruht.

„Die, welche annehmen, der schwefelsaure Baryt enthalte Schwefelsäure und Baryt, beide als solche, stützen sich auf die Thatsache, dass dieses Salz sich durch die unmittelbare Vereinigung seiner Bestandtheile bildet und wieder in diese zerlegt werden kann. Allein der schwefelsaure Baryt entsteht auch durch die Verbindung von schwefliger Säure mit Baryumhyperoxyd oder durch die von Schwefelbaryum mit Sauerstoff und man kann den schwefelsauren Baryt gleichfalls wieder in schweflige Säure oder Schwefelbaryum umwandeln. Wenn sich die Zusammensetzung der Atome in einer chemischen Verbindung aus ihrer Bildungsweise ableiten liesse, so hätte man für den schwefelsauren Baryt wenigstens drei verschiedene Formeln:



Zunächst ist es nun nicht richtig, dass die Berzelius'sche Theorie der Salze, Säuren und Basen lediglich aus der Interpretation ihrer Bildungsweise hervorgegangen ist. Ich habe, wie ich glaube, den Nachweis geführt (Grundlage der modernen Chemie, S. 72), dass jene vielmehr zu einer Vorstellung von dem Wesen der Salzbildung führt; wir begreifen, warum eine Säure sauer, eine Basis alkalisch, ein Salz neutral sein kann: wir durchschauen den Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Die dritte Formel zeigt z. B. einen solchen Zusammenhang nicht, sie drückt nichts aus als den Vorgang der Oxydation, während sie die Natur des Productes nicht im Entferntesten andeutet.

Wir werden also — wollen wir überhaupt in den chemischen Formeln unsere Erfahrungen möglichst umfassend ausdrücken — der ersten Formel unbedingt den Vorzug zu geben haben.

Was die mittlere Formel anbelangt, so enthält sie einen durchaus unrichtigen Gedanken. Wir wissen, dass die sogenannten Hyperoxyde eben keine salzfähigen Basen sind; dass sie mit anderen Säuren, die vollständig gesättigte Sauerstoffverbindungen sind, erst Sauerstoff abgeben; der Sauerstoff wird hier nur deshalb nicht frei, weil die schweflige Säure eine grosse Neigung hat, noch ein Atom Sauerstoff aufzunehmen; wir wissen ferner, dass die Hyperoxyde mit Salzsäure Chlor entwickeln, dass sie also nicht das dem Hyperoxyd, sondern das dem Oxyd entsprechende Chlorid bilden. Es wäre nun doch jeder chemischen Vorstellung zuwider, wenn man aus der Bildung des schwefelsauren Baryts durch Baryumhyperoxyd und schwefliger Säure folgern wollte, dass diese ihn auch zusammensetzen, zumal dieses angebliche schwefligsaure Baryumhyperoxyd in allen seinen Eigenschaften mit dem auf anderem Wege erzeugten schwefelsauren Baryt übereinstimmt.

Wir sehen also in dieser Kritik das Wesen der rationellen Berzelius'schen Formeln nicht getroffen, sondern vielmehr durchaus verfehlt; sie ist eine Kritik des Missverständes und nicht der Erkenntniss. Was Gerhardt in dem Nachfolgenden beifügt, ist nicht geeignet, diese Ansicht zu erschüttern.

„Nun die Gründe, warum die Chemiker der ersten Formel den Vorzug geben: sie hat den Vorthail, in uns die Erinnerung an eine gewisse Zahl von ähnlichen Körpern oder Thatsachen zu erwecken und insbesondere die der doppelten Zersetzungen, deren der schwefelsaure Baryt fähig ist nach Art anderer schwefelsaurer Salze oder anderer Barytsalze. Wenn wir uns den schwefelsauren Baryt als die Verbindung einer Säure und einer Basis denken, so geschieht dies weniger um die Art der Bildung dieses Salzes durch die unmittelbare Verbindung der Säure und Base auszudrücken, als um seine Aehnlichkeit in Bezug auf chemische Umwandlungen mit dem schwefelsauren Blei und Eisen, mit dem phosphorsauren oder salpetersauren

Baryt zu erinnern; wir wollen so daran erinnern, dass man im schwefelsauren Baryt das Baryumoxyd durch Bleioxyd oder Eisenoxyd ersetzen und ihn in andere schwefelsaure Salze umwandeln kann; mit einem Wort, die Formel, welche aus dem schwefelsauren Baryt gleichsam ein doppeltes Gebäude bildet, zusammengesetzt aus Säure und Basis, soll daran erinnern, dass man diesen Körper durch doppelte Zersetzung in eine gewisse Anzahl analoger Zusammensetzungen verwandeln kann. Dies ist der wahre Sinn der dualistischen Lehre und der darauf gegründeten Nomenclatur; er schliesst für gewisse Erklärungen die Anwendung jener Formeln nicht aus, welche den schwefelsauren Baryt als eine Verbindung von schwefliger Säure mit Baryumhyperoxyd oder Sauerstoff und Schwefelbaryum betrachten. Wenn letztere Formeln weniger Analogieen ausdrücken als die dualistische Formel, so haben sie ihrerseits auch gewisse Beziehungen in Zusammensetzung und Reaction, welche durch die Bezeichnung des schwefelsauren Baryts als eine Verbindung von Säure und Basis nicht bemerkbar gemacht wurden.“

Das schärfer sehende Auge wird nicht verkennen, dass in diesen Aeusserungen eine theilweise Zurücknahme des vorhin Angeführten enthalten ist; so enthält z. B. die Anerkennung, dass in der Berzelius'schen Formel eine grössere Zahl von Analogieen ausgedrückt ist, genug Grund, um sie auch für die berechtigtere zu halten. Was nun aber die Beziehungen in Zusammensetzung und Reaction anbelangt, welche die beiden anderen Formeln ausdrücken, so hat Gerhard t leider vergessen, sie näher zu begründen und es muss dies seinen zahlreichen Anhängern überlassen bleiben, da sie nicht zu entdecken sind.

Man würde aber zu weit gehen, wenn man aus dem bereits Mitgetheilten den Schluss ziehen wollte: Gerhard t verwerfe überhaupt die rationellen Formeln. Er verwirft in der That nur die von Anderen, nicht die von ihm aufgestellten, letztere erkennt er an. Aber er ist sich in keinem Punkte recht klar: erstens weiss er nicht recht, was er bestreiten soll, er hat stets andere Dinge im Kopf als der, den er bekrittelt; zweitens nicht, was er begründen will; das eine Mal greift er zu hoch in seinen

Anforderungen, das andere Mal wieder zu niedrig, das dritte Mal nähert er sich der richtigen Mitte.

Auf Seite 800 vergleicht Gerhardt die Aethyltheorie Liebig's mit der Aetherintheorie Dumas' und bemerkt dann:

„Heutzutage ist die Theorie vom Aethyl fast allgemein angenommen (unter einer allerdings modificirten Gestalt). Geschah dies wirklich, weil die Aethyltheorie als wahrer, als die des Zweifachkohlenstoffes erkannt wurde? Ich glaube nicht: meiner Ansicht nach sagen beide Theorien weniger, als sie sich zu behaupten anmaassen; weder die eine, noch die andere giebt die absolute Zusammensetzung⁶⁾ des Aethers, beide thun weiter nichts, als eine gewisse Reihe von Analogien anzuführen; nur dass die Aethyltheorie mehr Analogien umfasst, als die Theorie vom Zweifachkohlenwasserstoff; und was das Glück der ersten gemacht hat, ist, dass die Analogieen, welche sie ausdrückt, von derselben Ordnung sind, wie die, welche machten, dass man der Formel des schwefelsauren Baryts als Verbindung von Säure und Basis den Vorzug gab. Natürlich musste die Aethyltheorie die des Doppeltkohlenwasserstoffs überleben, da sich in der anorganischen Chemie die dualistische Formel des schwefelsauren Baryts erhielt, unter Ausschluss der Formeln, welche an andere Arten der Bildung dieses Salzes erinnern. Dieses, wohl verstanden, hindert nicht, dass die Formel vollkommen rationell sei, welche den Alkohol als eine Verbindung von Wasser und Zweifach-Kohlenwasserstoff darstellt, da man den Alkohol in Wasser und ölbildendes Gas umwandeln kann, gerade so, wie man die umgekehrte Reaction bewirken und das ölbildende Gas in Alkohol umwandeln kann.“

Wenn wir auf den letzten Fehler zurückgehen wollen, den Gerhardt bei seiner Beurtheilung macht, so liegt er in Folgendem. Gerhardt träumt stets von „absoluter“ Erkenntniss und hier macht er unbewusst die Voraussetzung: Berzelius und seine Schule wolle in ihren rationellen Formeln die absolute Constitution der Verbindungen darlegen. Möglicher Weise ist der Traum von dem „Absoluten“ bei Gerhardt deutschen Ursprungs. Gerhardt hat vielleicht während seines Studiums

in Deutschland von der Philosophie gekostet, die während der dreissiger Jahre noch auf den deutschen Universitäten gelehrt wurde und die das „Absolute“ in ein System gefasst zu haben glaubte. Es ist hier sicherlich nicht der Platz darauf einzugehen, zumal L. Feuerbach in seiner classischen Schrift: „Kritik der Hegel'schen Philosophie“ *in specie* bewiesen hat, „dass auch die Hegel'sche Philosophie hervorgegangen ist zu einer bestimmten Zeit, wo die Menschheit, wie zu jeder anderen Zeit, auf einem bestimmten Standpunkte stand, eine bestimmte Philosophie existirte, dass sie sich auf diese Philosophie bezog, sich dieser anschloss, dass sie also selbst einen bestimmten und endlichen Charakter habe“, wo er ferner *in genere* bewiesen hat, dass man das Absolute auch in der Philosophie nicht brauchen kann.

Aber das haben wir zu betonen, dass das Absolute am allerwenigsten in den Naturwissenschaften einen Platz finden kann. In Gerhard't's Geist liegt ein sonderbares Gemisch von klarer Auffassung und Selbsttäuschung. Seine Classification hält er für eine absolute; denn er meint, alle zu entdeckenden Thatsachen müssten sich ihr einfügen lassen; bei den rationellen Formeln sieht er recht gut ein, dass man keine absoluten schreiben kann; aber nun macht er der Berzelius'schen Schule die Imputation, dass sie die absolute Constitution darlegen wolle. Diese Anschuldigung ist bereits widerlegt worden: ein einziger Blick auf die Geschichte der Constitution der Essigsäure, die wir vorhin nach Kolbe gegeben haben, zeigt, dass dies durchaus nicht der Fall ist. Diese Richtung ist sich vollkommen bewusst, dass es nur eine fortschreitende und keine absolute Erkenntniss giebt.

Wir müssen indess noch eine falsche Auffassung Gerhard't's beleuchten. Gerhard't glaubt, dass jede Formel vollkommen rationell sei, wenn ihr nur eine chemische Reaction entspreche. Das ist falsch. Ziel, Zweck und Aufgabe der Naturforschung kann nur sein, aus einer Reihe von anscheinend verschiedenen Fällen das Gemeinsame, Bleibende, Gesetzmässige herauszufinden. Nimmt man deshalb alle rationellen Formeln, welche über eine

Verbindung aufgestellt werden können, als gleichwerthig an, so verzichtet man thatsächlich darauf, dieses Bleibende zu finden. Letzteres Verfahren, consequent zur Anwendung gebracht, wäre dann das Grab jeder wissenschaftlichen Auffassung.

Aber freilich ist Gerhardt auch hier zu klar, um es nicht vorausszusehen; denn gleich auf der nächsten Seite nimmt er seine vorige Behauptung wieder zurück und sagt:

„Fasst man das Ganze zusammen, so drücken chemische Formeln nur Beziehungen und Analogieen aus und können nur diese ausdrücken; die besten sind diejenigen, welche die meisten Beziehungen und Analogieen andeuten.“

Damit möchte nun im Allgemeinen klar gelegt sein, dass den Zweifeln Gerhardt's ein tieferer Werth abzusprechen ist. Wer eine wissenschaftliche Richtung kritisiren will, muss vor Allem die Grundsätze, von welchen sie ausgeht, bestimmt erfasst haben. Das hat aber Gerhardt auch in diesem Falle versäumt.

Indess gehört nur ein geringes Maass von Kritik dazu, um einzusehen, dass Gerhardt selbst gegen die von ihm aufgestellten Grundsätze fehlt. Nach ihm haben die chemischen Formeln den Zweck die Beziehungen zu veranschaulichen, welche die Körper in Bezug auf ihre Umwandlungen untereinander verbinden. Diese Umwandlungen drückt man durch Gleichungen aus; das Wesen einer Reaction bestehe aber nur in einem Platzwechsel der Atome oder Atomgruppen innerhalb eines Molecüls. Daraus hat ein moderner Chemiker, Erlenmeyer, den gewiss richtigen Schluss gezogen, dass man zu keiner Vorstellung von einem Platzwechsel gelange, wenn man sich nicht vorher eine solche von der Ruhelage gebildet habe⁷⁾. Wenn man also rationelle Formeln schreiben wolle, so könne dies nur den Zweck haben, ihre räumliche Lagerung zu veranschaulichen.

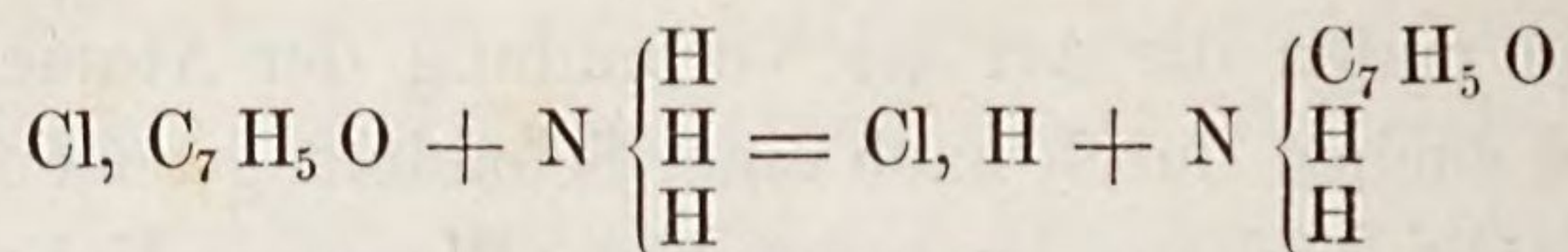
So kam es, dass die Entwicklung der Chemie, welche zum Theil in Gerhardt ihren Ausgangspunkt fand, fast unmittelbar darauf den ganz entgegengesetzten Weg einschlug: gerade die, welche heute als seine Vertreter gelten, glauben in Wahrheit die „absolute Constitution“ der Verbindungen ergründen zu

können, sie malen die Art der Verbindung der Atome auf das Papier und suchen durch nach einer Schablone gezogene Striche ihre chemische Wirkung auszudrücken. Wenn ein Unbefangener diese monströsen Structurformeln von heute, die nicht selten halbe Seiten einnehmen, betrachtet, so wird er sicherlich zu der Meinung veranlasst, man könnte chemische Atome mit den Fingern aus einander klauben oder ihre Verbindung mit der Scheere trennen. Eine solche totale Umänderung wäre nicht möglich gewesen, wenn die ursprüngliche Auffassung eine klare und unzweideutige gewesen wäre. Für die Beurtheilung des Werthes dieser Richtung ist es aber nicht gleichgültig, wenn man sieht, wie dieselbe von einem Extrem in das andere stürzt, ohne jemals die richtige Mitte zu finden.

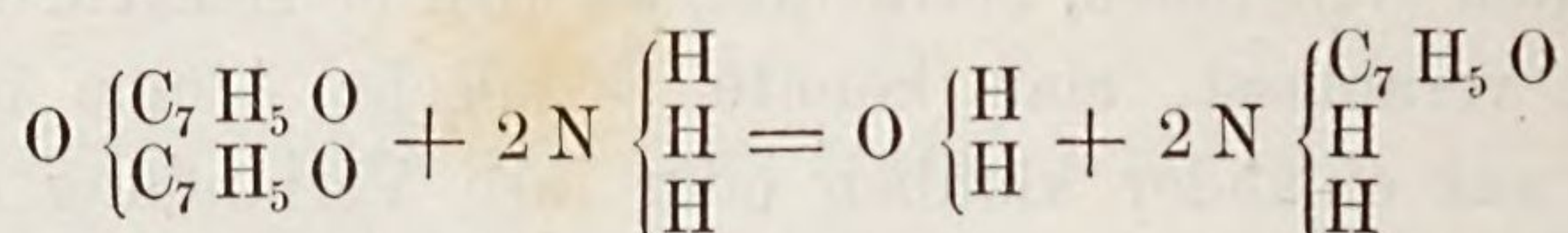
Ein Werth möchte aber doch den Aufstellungen Gerhard's beizumessen sein; es ist dies folgender. Gerhard erregte Zweifel an der Richtigkeit dessen, was man bisher angenommen hatte; er beleuchtete Punkte, die vor ihm sich der kritischen Prüfung entzogen hatten; er veranlasste damit auch diejenigen, welche sich von ihm nicht in das Schlepptau nehmen liessen, zu einer sorgfältigeren Prüfung ihres Standpunktes; die Begriffe wurden dadurch geläutert, sie gewannen an Umfang und Genauigkeit. Kritik und, wenn es sein muss, Polemik bewahren allein die wissenschaftliche Forschung vor Stagnation; sie sind die mächtigsten Mittel, neue Geisteskräfte in Thätigkeit zu setzen. Wer davon überzeugt ist, dem wird die Wirksamkeit Gerhard's immerhin als eine sehr bedeutsame erscheinen.

Nicht minder bekannt sind die Ideen, welche Gerhard bezüglich der Natur der Radicale aufstellte. Die Mehrzahl aller Reactionen deutete er als doppelte Zersetzungen; Radicale oder Rückstände waren ihm die Elemente aller Verbindungen, welche bei solchen Zersetzungen ein- oder austraten. Er erläutert dies an folgenden Beispielen:

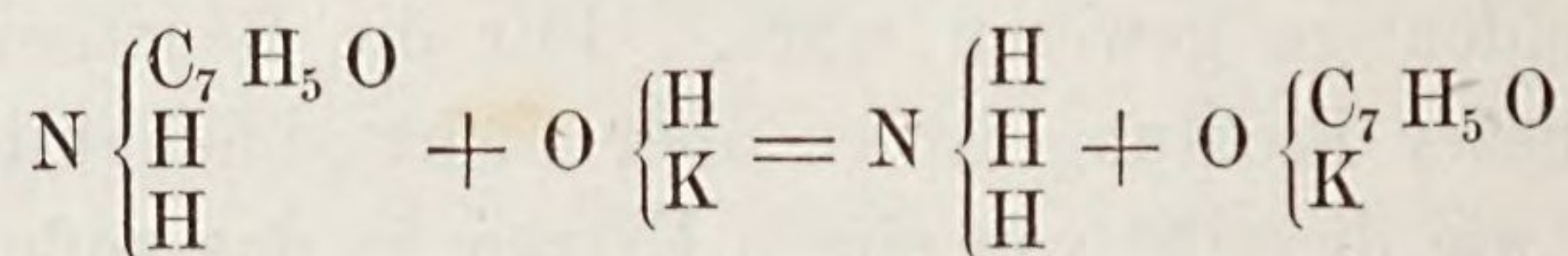
Durch Einwirkung von Chlorbenzöil und Ammoniak entsteht Benzamid und Chlorwasserstoffsäure:



Wasserfreie Benzoesäure und Ammoniak geben Benzamid und Wasser:



Benzamid und Aetzkali bilden Ammoniak und benzoesaures Kali:



Das Chlorbenzoi, die wasserfreie Benzoesäure, das Benzamid enthielten nun das Radical Benzoi; Ammoniak, Wasser, Kali enthielten das Radical Wasserstoff. Da nun der Austausch nicht allein zwischen Benzoi und Wasserstoff, sondern auch zwischen Chlor — aus Chlorbenzoi entstehe Stickstoffbenzoi und Chlorwasserstoff — sowie zwischen Sauerstoff und Stickstoff — aus Benzoi oxyd und Ammoniak werde Wasser und Stickstoffbenzoi u. s. w. — stattfinde, so sei die Benennung Radical auch auf das Chlor des Chlorbenzoils und Chlorwasserstoffsäure, auf den Stickstoff des Ammoniaks und Benzamids, auf den Sauerstoff des Wassers und der wasserfreien Benzoesäure u. s. w. anwendbar.

„Man sieht“, bemerkt Gerhardt hierzu, „dass ich im Gegensatze zu den meisten Chemikern den Ausdruck Radical im Sinne der Beziehung und nicht in dem eines isolirbaren oder isolirten Körpers nehme.“

Einen Theil dieser Auffassung dürfen wir, meine ich, als einen Fortschritt anerkennen. Die Analogie, welche bei den meisten Chemikern zwischen Radical und Element bestand, wurde gebrochen, aus dem Radical wurde ein beweglicherer Begriff, die Isolirbarkeit desselben wurde nicht mehr als nothwendig angesehen, das Radical war hier in einem freieren Sinne erfasst; um die Existenz eines solchen anzunehmen, genügte die Thatsache, dass bei eintretenden Reactionen ein Atomcomplex

sich dieser entzog und intact blieb. Aber es scheint mir doch mindestens zweifelhaft, ob das Verdienst dieser, das Verständniss der Reactionen erleichternden Begriffsbestimmung lediglich Gerhardt zuzuschreiben ist. Hat nicht bereits Liebig ähnliche Ideen geäußert? Sagt er nicht — eine Stelle, die bereits früher citirt worden ist — man erschliesse die zusammengesetzten Radicale aus der Natur und dem Verhalten ihrer Verbindungen, und wenn uns auch ihre Kenntniss im isolirten Zustande nicht gleichgültig sein dürfe, so sei sie uns zum wenigstens nicht nothwendig? „Die Radicale existiren für uns in den meisten Fällen nur in der Vorstellung.“

Ich finde keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem, was Liebig, und dem, was Gerhardt meint; letzterer wandte hier die Ideen Liebig's nur an, zeigte in einem speciellen Falle die Verwendbarkeit derselben und machte so seine Vorstellungen auch denen geläufig, welche gewöhnt sind, Goldkörner nur dann in Umlauf zu setzen, wenn sie zu einer flachen, handlichen Münze geprägt sind.

Indess hat man doch aus den soeben entwickelten Vorstellungen Gerhardt's ganz sonderbare Schlüsse gezogen. So bemerkt Ladenburg (Entwicklungsgeschichte, S. 191): „Gerhardt hat aber zuerst auf die Möglichkeit der Annahme zweier Radicale in einer Verbindung hingewiesen und dadurch jeden Gedanken an die reale Existenz von abgesonderten Gruppen zerstört.“ Reale Existenz! Giebt es denn auch eine un reale? Ist nicht die Existenz das realste? Nun ist vielleicht der Nachdruck auf das „abgesondert“ zu legen. Wenn aber Gerhardt selbst die elementaren Atome zu Radicalen macht, hat er damit nicht gerade die Abgesondertheit derselben bezeichnen wollen, das, was viel treffender, aber in eingeschränkterem Sinne Berzelius und Kolbe als extraradical bezeichneten? Ist nicht überhaupt schon mit dem Begriff Atom das Abgesonderte gegeben? Hat Gerhardt etwa dynamische Vorstellungen ausdrücken wollen?

Durch solche und ähnliche Deutungen, durch solche Subtilitäten werden nach und nach die klarsten Begriffe getrübt;

schliesslich verbindet Jeder mit den Worten neue, ihm zusagende Begriffe und die Fortentwicklung der Wissenschaft stockt aus demselben Grunde wie der Thurmbau zu Babel.

¹⁾ Kolbe, Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie, Bd. 1, S. 10.

²⁾ Das Nachfolgende ist im Wesentlichen Kolbe's Abhandlung: Constitution in der zweiten Auflage des chemischen Handwörterbuchs, entnommen. Doch habe ich mich veranlasst gesehen, einige Punkte durch Zurückgehen auf die betreffenden beigegeführten Originalabhandlungen Kolbe's näher zu erläutern, um so auch dem Nichtfachmanne den geschichtlichen Einblick zu erleichtern.

³⁾ Dies und Folgendes: Lehrbuch der organischen Chemie von Gerhardt. Deutsche Originalausgabe, vom Verfasser besorgt, IV. Bd., S. 598.

⁴⁾ So äussert sich z. B. Kopp in seiner Entwicklung der Chemie über den von Gerhardt bezüglich der rationellen Formeln eröffneten Kampf:

„Im ausgesprochensten Contraste dazu, wie man während längerer Zeit die näheren Bestandtheile gewisser complicirter zusammengesetzter Verbindungen zu kennen, oder doch wenigstens auf diese Erkenntniss hinarbeiten zu sollen glaubte, beurtheilten es nun hervorragende Förderer*) unserer Wissenschaft als das Richtigere, von Solchem, was doch nur zu Fictivem führe, ganz abzusehen, den Verbindungen die Formeln beizulegen, welche die Zusammensetzung der kleinsten Theilchen aus elementaren Atomen angeben ohne die Art der Gruppierung der letzteren ausdrücken zu wollen, und bei der Darlegung der Bildung, der Zersetzung von Verbindungen nur die factischen Beziehungen zwischen den dabei in Betracht kommenden Substanzen hervortreten zu lassen. An die Stelle des früheren Strebens, die rationellen Formeln der Verbindungen aufzusuchen und von ihnen für die Erklärung der chemischen Vorgänge Gebrauch zu machen, trat jetzt wieder zunehmende Benutzung der empirischen Formeln.“
L. c., S. 714.

⁵⁾ Kolbe im Artikel: Constitution.

⁶⁾ Was hier Gerhardt wieder unter „absoluter Zusammensetzung“ versteht, ist das, was man sonst als rationelle bezeichnet. Dieser fortwährende Wechsel in den terminis ist mit Ursache, dass man aus Gerhardt so viel herausgelesen, was er gar nicht gemeint hat.

⁷⁾ „In diesem Augenblicke besteht die Hauptthätigkeit der experimentell forschenden Chemiker in der Ermittlung der Constitution der Körper, d. h. in der Ermittlung der Aneinanderfügungsweise ihrer Elementarbestandtheile. Dass die Kenntniss der Constitution als Ergänzung der Kenntniss der Elementarzusammensetzung zu der Kenntniss des inneren Wesens der Körper für das Studium der chemischen Processe nothwendig ist, liegt auf der Hand, denn wenn man die Bewegung der Atome ver-

*) Als diese „Förderer“ werden Laurent, Gerhardt und Chancel angesehen.

folgen will, so muss man die Lage derselben zu einander kennen, ehe ihre Bewegung beginnt.“ S. 7.

Seite 10 sagt Erlenmeyer: „Es ist einleuchtend, dass wir bei dem Experimentiren mit Hülfe der Analyse und Synthese die Constitution, d. h. die Ruhelage der Bestandtheile der Körper zu erforschen, auch gleichzeitig deren Ortsveränderung zu verfolgen, Gelegenheit gewinnen.“ Die Aufgabe des chemischen Unterrichts; Rede, gehalten in der öffentlichen Sitzung der K. Akademie der Wissenschaften zu München 1871, Separatabdruck.

VII.

Ideen und Thatsachen, welche der Aufstellung der Gerhardt'schen Typentheorie vorangingen.

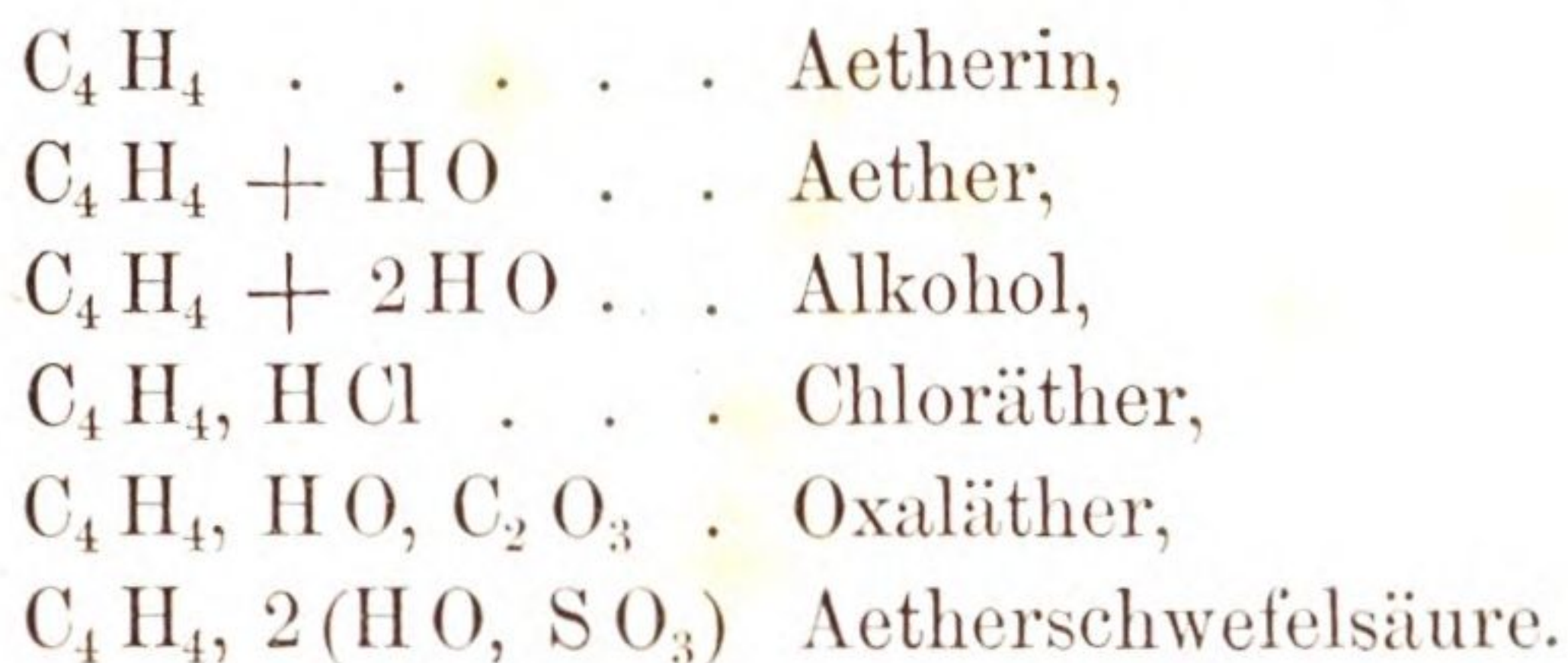
Eine weitere Leistung Gerhardt's, die, mit welcher sein Name in unserer Erinnerung unabtrennbar verbunden ist, ist die Aufstellung eines neuen typischen Systems. Bevor ich dieses darlege, muss ich der Arbeiten gedenken, welche die experimentelle Grundlage dazu lieferten, und der Entwicklung der Ideen, die sich hieran knüpften. Um diese jedoch vollständig würdigen zu können, werde ich etwas weiter zurückzugreifen haben.

Im Jahre 1815 machte Gay-Lussac die Beobachtung, dass das specifische Gewicht des Aetherdampfes mit dem von 2 Vol. des ölbildenden Gases und 1 Vol. Wasserdampf, das des Alkohols mit dem specifischen Gewichte von 1 Vol. ölbildendem Gase und 1 Vol. Wasserdampf übereinstimme; er schloss daraus, dass man den Aether als eine Verbindung von 2 Vol., den Alkohol als eine von 1 Vol. ölbildendes Gas mit 1 Vol. Wasser betrachten könne.

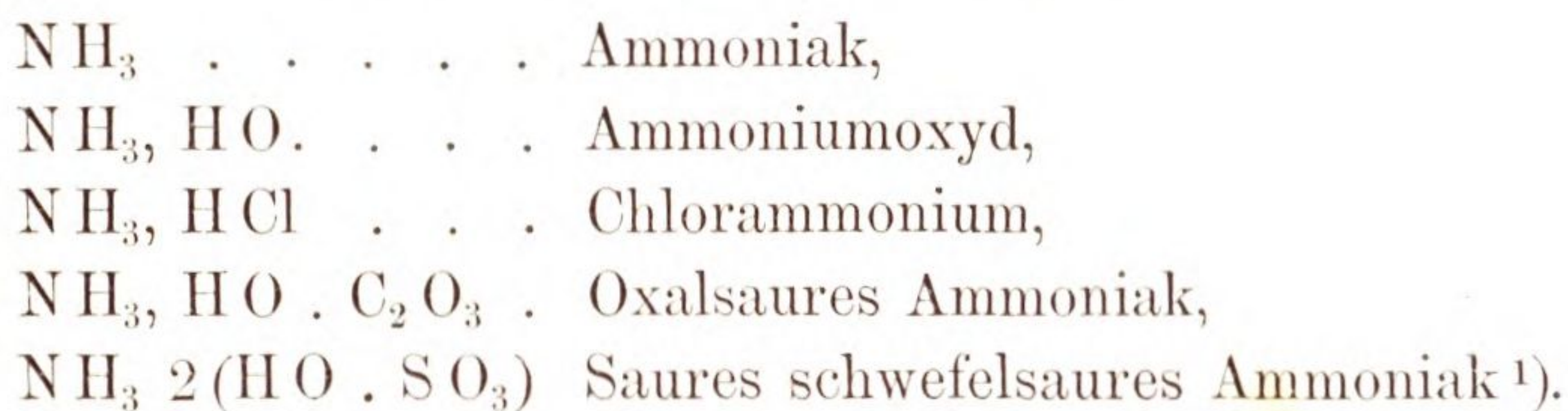
Dumas und Boullay begründeten im Jahre 1828 diese Vorstellung weiter und legten sie der Deutung sämtlicher Aetherarten zu Grunde. Diese beiden Chemiker betrachteten die Aetherarten als Verbindungen des ölbildenden Gases $C_4 H_4$, des Aetherins. Das Aetherin sollte ein dem Ammoniak analoger

Körper sein, welches durch Vereinigung mit 1 At. Wasser Aether, mit 2 At. Wasser Alkohol, mit 1 At. Chlorwasserstoff den Chloräther, mit 2 At. Schwefelsäurehydrat die Aetherschwefelsäure, mit 1 At. Oxalsäurehydrat den Oxaläther u. s. w. bilde. Die Analogie dieser Verbindungen mit den Ammoniakverbindungen geht aus den nachstehenden Formeln hervor:

Aetherinverbindungen:



Ammoniakverbindungen:



Diese Theorie wurde namentlich von Liebig heftig angegriffen. (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 9, S. 1.) Auch Berzelius konnte sich mit derselben nicht befreunden; sie stand im Widerspruch mit seinen bereits entwickelten Ideen (S. 54 dieser Schrift) über die Zusammensetzung organischer Körper; aber er hat noch andere Bedenken: so fehlten dem Aetherin vollkommen alle basischen Eigenschaften, es verbinde sich nicht mit wasserhaltiger Schwefelsäure, nicht mit Chlor- oder Bromwasserstoffsäuregas; zudem könnte das Ammoniumoxyd noch nicht isolirt dargestellt werden, was dagegen mit dem Aether der Fall sei und so sei das, was für die Ammoniumsalze nur eine wahrscheinliche Vorstellungsweise bleibe, für die Aetherverbindungen zur vollkommenen Wirklichkeit übergegangen. (Berzelius, Lehrbuch, IV. Aufl., Bd. 8, S. 191 u. 192.)

Wollen wir jedoch gerecht sein, so werden wir folgenden Worten Kolbe's beistimmen müssen: „Die sogenannte Aetherintheorie war der erste Versuch, eine Reihe von Körpern durch ein gemeinschaftliches Band in Beziehung zu bringen; sie macht in dieser Hinsicht den Anfang einer neuen Periode und ist daher für die Geschichte der Chemie von grösster Wichtigkeit. (Kolbe: Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie, Bd. 1, S. 32.)

Durch ihre im Jahre 1832 ausgeführten, so berühmt gewordenen Untersuchungen über Benzoylverbindungen (Annalen der Pharmacie, Bd. 3, S. 249—282) hatten Liebig und Wöhler die Idee der organischen Radicale zuerst in umfassenderer Weise und zwar im Sinne Berzelius' begründet. Als das Radical der Aetherverbindungen betrachteten sie das hypothetische Aethyl $C_4 H_{10}$. Der Aether war das Oxyd dieses Radicals $C_4 H_{10} O$, der Alkohol das Oxydhydrat desselben, $C_4 H_{12} O_2 = Ae O + aqu$. (J. Liebig: Handbuch der organischen Chemie, 1843, S. 96, 100.)

Von dem Vorgange bei der Aetherbildung durch Destillation eines Gemenges von Alkohol und Schwefelsäure gab Liebig folgende Erklärung: Zuerst bilde sich saures schwefelsaures Aethyloxyd. Ueber die Temperatur von 140° erwärmt, zerlege sich das saure schwefelsaure Aethyloxyd in Aether und Wasser, welche überdestilliren, es entstehe ein dem Sieden ähnliches Aufwallen, indem der Aether Gaszustand annehme. Lasse man zu dem siedenden Gemisch fortwährend Weingeist nachfliessen, so finde an den Berührungsstellen eine Abkühlung unter 124° statt und es bilde sich hier wieder das saure schwefelsaure Aethyloxyd. Dieses mische sich wieder mit der heisseren Flüssigkeit und zerlege sich dann wieder in Aether und Wasser, welche abdestilliren, und Schwefelsäure, welche wieder Aetherschwefelsäure bilde. Da, wo sich durch Zersetzung dieser Aetherdampf bilde, könne kein Wasser mitgerissen werden, denn hier habe sich eben Schwefelsäureanhydrid gebildet, welches das Wasser sogleich binde; aber beim Aufsteigen durch die Flüssigkeit belade sich der Aether mit Wasserdampf, welcher der verdünnten Schwefelsäure entzogen werde. (Liebig, a. a. O., S. 111 u. f.)

Berzelius hatte über die Zusammensetzung des Aethers und des Weingeistes andere Ansichten; ich muss auf dieselben näher eingehen.

Er bezeichnet, wie Liebig, den Aether als die Sauerstoffverbindung des Radicals Aethyl als Aethyloxyd $C_4 H_{10} O$; aus dem specifischen Gewichte des Aetherdampfes leitet er jedoch Vorstellungen ab, die wesentlich von denen Liebig's abweichen und die ich in ihrer ganzen Ausdehnung wiedergeben muss; es scheint, dass sie fast ganz in Vergessenheit gerathen sind.

„Eine Betrachtung über die aus dem specifischen Gewichte des gasförmigen Aethers abgeleiteten Bestandtheile dieses Körpers führt zu sehr aufklärenden Resultaten: der Aether enthält auf 1 Vol. Sauerstoffgas 4 Vol. Kohlengas und 10 Vol. Wasserstoffgas:

$$\begin{array}{rcl} 4 \text{ Vol. Kohlengas} & = & 3,3712 \\ 10 \text{ Vol. Wasserstoff} & = & 0,6880 \\ 1 \text{ Vol. Sauerstoff} & = & 1,1026 \\ \hline & & 5,1618 \end{array}$$

Wäre die Summe dieser Zahlen gleich dem specifischen Gewicht des Aethergases, so würden die 15 einfachen Volumen des Aethers zu einem einzigen condensirt sein. Aber das specifische Gewicht des Aethergases ist nur halb so gross als jene Summe, nämlich 2,5809, und zeigt also, dass diese 15 Volumen sich zu zwei condensirt haben. Von diesen 2 Volumen ist das eine Sauerstoffgas. Was dagegen das Gas des Aethyls betrifft, so kann entweder das andere Volumen Aethylgas sein, welches sich dann ohne Condensation mit Sauerstoff verbunden hat oder es haben sich 2 Vol. Aethylgas mit 1 Vol. Sauerstoff verbunden und von 3 zu 2 Vol. condensirt. Dies sind bekanntlich die gewöhnlichen Alternativen. Im ersteren Falle bekommen wir das specifische Gewicht des Aethylgases, wenn wir von der erhaltenen Summe das Gewicht des Sauerstoffgases abziehen; es bleiben dann 4,0592. Im anderen Falle aber ist dies das Gewicht von 2 Vol. Aethylgas, das specifische Gewicht desselben also nur halb so gross, nämlich 2,0296. Dass dieses letztere das richtige ist, findet man aus dem specifischen Gewicht des Aethylchlorür-

gases, wovon 2 Volumen bestehen, aus 1 Vol. Chlorgas und 1 Vol. Aethylgas, ohne Condensation, und wovon das letztere 2,0296 wiegt. Die 7 einfachen Volumen der Bestandtheile des Aethyls haben sich also in der Verbindung zu 1 Volumen verdichtet.

„Das Aethyloxyd enthält demzufolge in Gasform 1 Vol. Aethyl und $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoffgas, es besteht also aus 2 Vol. oder Atomen Radical und 1 Vol. oder Atom Sauerstoff.

„Das Atomgewicht des Aethyls ist zusammengesetzt aus:

	Atom:	Procent:
Kohlenstoff	2	83,006
Wasserstoff	5	16,994

Das einfache Atomgewicht ist 184,175, das doppelte 368,350.“ (Berzelius: Lehrbuch, IV. Aufl., Bd. 8, S. 193.)

In die fünfte Auflage ist diese wichtige Betrachtung nicht so vollständig übergegangen; aber das Resultat derselben ist folgendermaassen zusammengefasst: „Das Aethyloxyd besteht, gleichwie das Wassergas, aus 2 Vol. von dem Radical und 1 Vol. Sauerstoff, condensirt von 3 zu 2 Vol.“ (A. a. O., Bd. 5, S. 743.)

Diese Sätze beweisen zur Genüge, dass Berzelius die Zusammensetzung des Aethers mit bewundernswürdigem Scharfsinn erkannt hat. Die Definition der Typiker: der Aether ist Wasser, worin die beiden Wasserstoffatome durch Aethyl, C_2H_5 , ersetzt sind, lässt sich also unmittelbar aus Anschauungen ableiten, welche Berzelius mindestens 12 Jahre früher mit der grössten Klarheit und in Uebereinstimmung mit seiner Gesamtauffassung ausgesprochen hatte. Es liegt also auch hier eine Verkennung des wahren Sachverhaltes vor, wenn man glaubt, die typische Schule sei auf einem ihr allein eigenthümlichen Wege zu diesen Vorstellungen gekommen. Das Wahre ist dieses: Berzelius ist ein zu ernster, wissenschaftlicher Kopf gewesen, als dass er solchen pointilleusen, zu Paradoxen sich zuspitzenden Definitionen mehr als formalen Werth beigelegt, geschweige dass er sie zum Fundament einer Theorie erhoben hätte.

Für den Alkohol nimmt Berzelius eine analoge Constitution an; er ist geneigt, ihm die Formel $C_2 H_6 O$ zuzuerkennen.

„Betrachten wir die Bestandtheile des Alkohols in Gasform, so finden wir, dass er besteht aus:

2 Vol. Kohlengas = 1,6858

6 Vol. Wasserstoff = 0,4128

1 Vol. Sauerstoff = 1,1026

2 Vol. Alkoholgas 3,2012

„Daraus folgt also, dass diese 9 Volumen sich zu zwei condensirt haben, wovon das eine Sauerstoffgas ist. Es ist möglich, dass das andere 1 Vol. von einem Radical $= C_2 H_6$ ist, allein eben so möglich ist es, dass das Radical 2 Volumen ausmacht, welches sich mit 1 Vol. Sauerstoff von 3 Vol. zu zwei condensirt hat. Letzteres ist sogar das Wahrscheinlichste, wenn der Alkohol so zusammengesetzt ist, dass er als das Oxyd eines Radicals $C_2 H_6$ betrachtet werden kann, in welchem Falle die rationelle Formel für seine Zusammensetzung $2 C H_3 + O$ wäre.“ (a. a. O., IV. Aufl., S. 143.)

Die Zusammensetzung des Alkohols hat also, wie wir jetzt mit Bestimmtheit sagen können, Berzelius nicht richtig erschaut; aber der Weg von ihm zu uns hätte doch keine besondere Schwierigkeiten geboten. Wer die Weiterentwicklung der Berzelius'schen Grundideen durch Kolbe kennt, wer in das Auge fasst, wie scharfsinnig dieser Chemiker die Functionen der einzelnen Atome zu bestimmen weiss, der begreift, wie nahe die richtige Erkenntniss lag. Freilich dürfen wir nicht vergessen, dass durch die Gmelin'sche Schreibweise die Volumtheorie nach und nach fast ganz in den Hintergrund gerieth und dass so Berzelius' Ideen nicht in voller Reinheit auf uns übergegangen sind.

Die oben dargelegte Ansicht Liebig's über die Zusammensetzung des Alkohols bestreitet Berzelius, aber mit grosser Zurückhaltung. Seine Gründe verdienen in das Gedächtniss zurückgerufen zu werden.

„Wäre das letztere“ — nämlich dass der Alkohol das Oxydhydrat des Aethyls ist — „wirklich der Fall, so müsste dieses Wasser durch die stärkere Verwandtschaft einer anderen Basis weggenommen werden können. Die Verwandtschaft der Baryterde zum Wasser ist so gross, dass das Hydrat Weissglühhitze verträgt, ohne sein Wasser zu verlieren; dennoch besitzt die Baryterde nicht das Vermögen, das Wasser aus dem Alkohol wegzunehmen und den Aether abzuscheiden. Wenn sich eine Basis mit Wasser zu einem Hydrat verbindet, so ist dies eine salzartige Verbindung, in welcher das Wasser die Stelle einer Säure vertritt; allein durch diese Verbindung hat die Basis weniger von ihren ursprünglichen Charakteren verloren, als es durch die Vereinigung mit irgend einem anderen elektronegativen Körper geschieht. Wenn sich der Aether mit Säuren zu neutralen Verbindungen vereinigt, so behalten sehr viele von diesen in dem Grade die Charaktere von Aether, dass der Ungeübteste, welcher die Eigenschaften des Aethers kennen gelernt hat, sie für Aetherarten erkennt; niemals aber würde er Alkohol mit Aether verwechseln. Das Wasser würde also in dem Aetherhydrat weit grössere Veränderungen in den Eigenschaften des Aethers hervorbringen, als es z. B. mit salpetriger Säure, Essigsäure, Ameisensäure u. A. der Fall ist, welche flüchtige Aetherverbindungen bilden.“ (Berzelius, a. a. O., S. 145.)

Wenn wir also hören, dass es Gerhardt als ein besonderes Verdienst angerechnet wird, dass er die Präexistenz des Wassers im Alkohol leugnet (s. Ladenburg, Entwicklungsgeschichte, S. 191), so schrumpft dieses, wie mir scheint, merklich zusammen, wenn wir die Erwägungen Berzelius' kennen.

Aber die citirte Stelle hat noch einen weiteren Werth: sie zeigt uns recht schön, wie der Chemiker schliessen soll, schliessen muss. Es ist zuzugeben, dass das Lehrbuch Berzelius' seinem sachlichen Inhalte nach überholt ist, aber die Ideen, welche es ausspricht, sichern ihm einen ewigen, unvergänglichen Werth. Sehr wahr und treffend sagt Kolbe: „Es kommt nicht darauf an, dass man Alles erklärt, sondern wie man interpretirt.“ (Kolbe,

Ueber die chemische Constitution der organischen Kohlenwasserstoffe, S. 15.)

Den Process der Aetherbildung erklärt Berzelius auf folgende Weise: „Wird Schwefelsäure mit Alkohol vermischt, so bildet sich auf der einen Seite eine wasserhaltigere Schwefelsäure und auf der anderen Weinschwefelsäure. Kommt das Gemisch zum Sieden, so entsteht zuerst Aether durch den katalytischen Einfluss der Säure auf einen Antheil Alkohol. Nachdem dieser Aether übergegangen ist, erhöht sich die Temperatur des Gemisches zu einem neuen Siedepunkt, wobei die aus Aether und Schwefelsäure bestehende Weinschwefelsäure den Aether entweichen zu lassen anfängt, welcher bei dieser Temperatur der fortdauernden katalytischen Wirkung der Schwefelsäure ausgesetzt, partiell in Weinöl und Wasser zerlegt wird, die zusammen mit dem Aether übergehen.“ (A. a. O. S. 176.)

Man hat die Annahme einer katalytischen Kraft oder, wie es Mitscherlich genannt hat, von Contactwirkungen vielfach als unwissenschaftlich abgewiesen. Solche Annahmen haben auch wohl etwas Bedenkliches. Aber Berzelius bezeichnet sie treffend als eine *vis occulta* (Lehrbuch, Bd. 1, S. 111); er ist sich also wohl bewusst, dass mit ihrer Annahme eine eigentliche Erklärung nicht gegeben ist; es wird so damit keine Täuschung bewirkt. Diese Frage dürfte überhaupt noch als eine offene bezeichnet werden; so hat erst in der jüngsten Zeit einer der bekanntesten Chemiker der Gegenwart, Berthelot, die Contactwirkungen fast in demselben Sinne erörtert wie Berzelius. (Berthelot: Die chemische Synthese. 1877. S. 83.)

Im Jahre 1846 macht Laurent darauf aufmerksam, dass man Alkohol und Aether, ebenso wie Kaliumoxyd und Kalihydrat vom Wasser ableiten könne. Er schrieb:

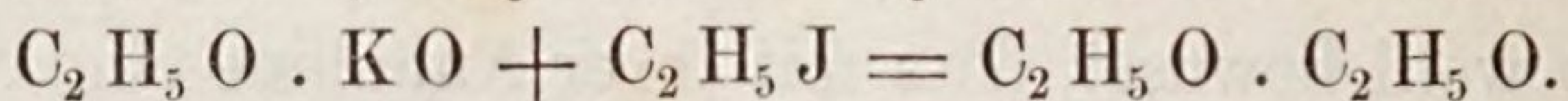
HHO	EtHO	EtEtO	KHO	KKO
Wasser.	Alkohol.	Aether.	Kalihydrat.	Kaliumoxyd.

(Ladenburg: a. a. O., S. 217). Auf welche Voraussetzungen er sich dabei stützt, bin ich leider nicht im Stande anzugeben.

Im Jahre 1850 veröffentlichte Williamson eine Reihe der wichtigsten Untersuchungen, welche für die Erkenntniss der

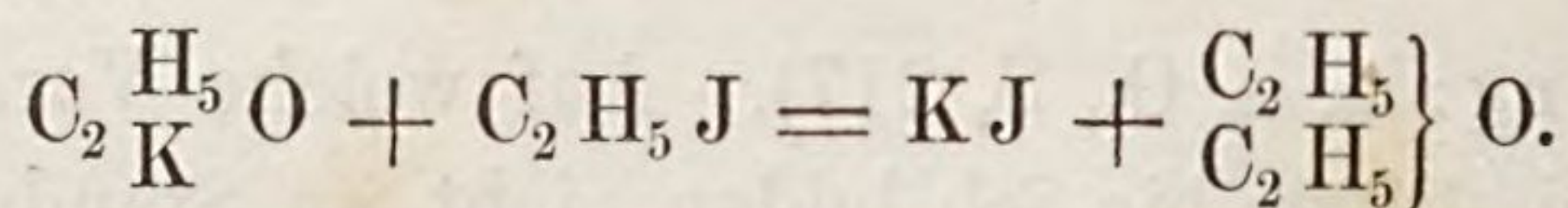
Natur der Alkohole von grösster Wichtigkeit geworden, welche überhaupt auf die Entwicklung der Wissenschaft von tief greifendem Erfolge gewesen sind.

Williamson ging wahrscheinlich von der Ansicht Liebig's aus, dass der Alkohol das Oxydhydrat des Aethyls ist. Er sagt: „Der ursprüngliche Zweck meiner Versuche war durch Substitution von Wasserstoff durch Kohlenwasserstoff aus bekannten Alkoholen neue Alkohole zu erhalten.“ Er liess zu diesem Zwecke Kaliumäthylat und Jodäthyl auf einander einwirken. Leider giebt Williamson seinen Ideengang nicht genau an; er war von Voraussetzungen ausgegangen, die durch seine Versuche nicht bestätigt wurden; er deutet seine Resultate nun in einem ganz anderen Sinne, ohne auf seinen früheren Standpunkt Bezug zu nehmen. Vermuthlich betrachtete er das Kaliumäthylat analog dem Alkohol zusammengesetzt: als Alkohol, worin das Hydratwasser durch Kaliumoxyd ersetzt ist: $C_2H_5O \cdot KO$; lässt man darauf Jodäthyl einwirken, so erwartete er, es würde sich das Jod mit dem Kalium verbinden und das Aethyl an die Stelle des Kaliums treten: es würde, wie Ladenburg es ausdrückt, äthylirter Aethylalkohol entstehen:

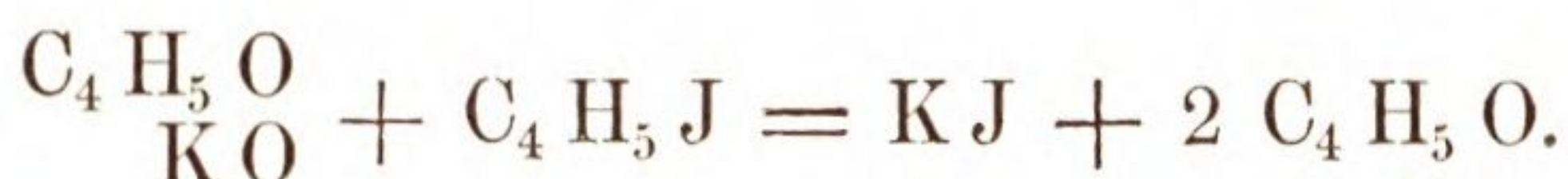


Mohr scheint den Ideengang Williamson's sich in anderer Weise gedeutet zu haben; denn er findet es unbegreiflich, wie Williamson mit Erstaunen wahrnehmen konnte, dass hier kein Alkohol gebildet wurde. (Mohr: Mechanische Theorie der chemischen Affinität, S. 179.) Aber Williamson schloss folgendermaassen: „Wenn Alkohol zweimal so viel Sauerstoff enthält als Aether, so sollte auch in dem erhaltenen Producte zweimal so viel Sauerstoff vorhanden sein, als im Aether.“

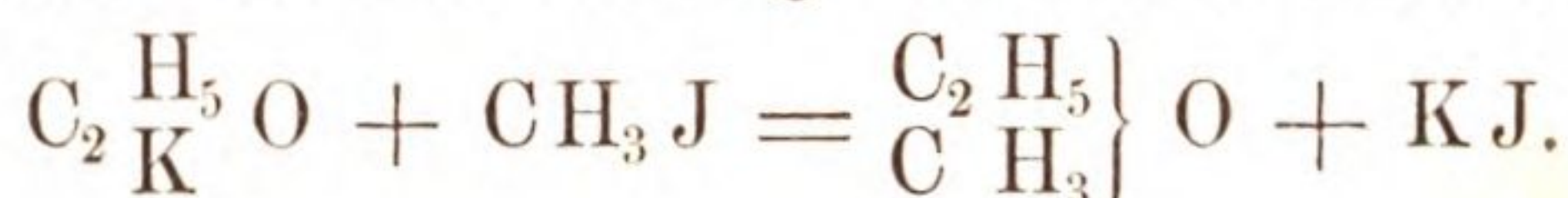
Williamson erhielt nun Aether und keinen Alkohol; er erklärt sich dies, indem er die Reaction durch folgende Gleichung ausdrückt:



Williamson prüft nun die Annahme, ob man den Process durch folgende Formel ausdrücken könnte:

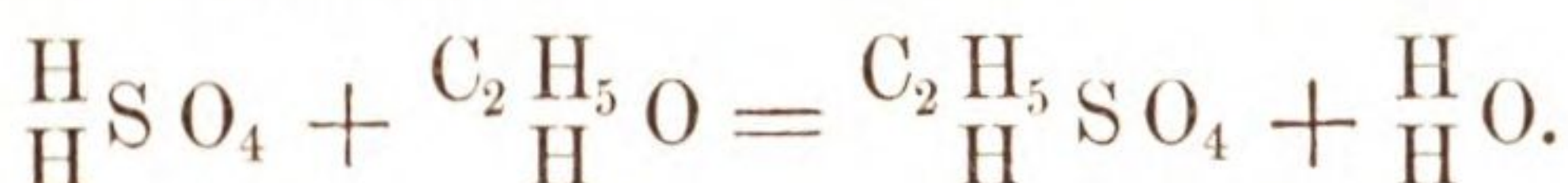


Er lässt zu diesem Zwecke Jodmethyl auf Kaliumalkoholat einwirken; er erhält die Verbindung $\text{C}_3\text{H}_8\text{O} = \text{Aethylmethyläther}$; der Process lässt sich durch folgende Formel ausdrücken:

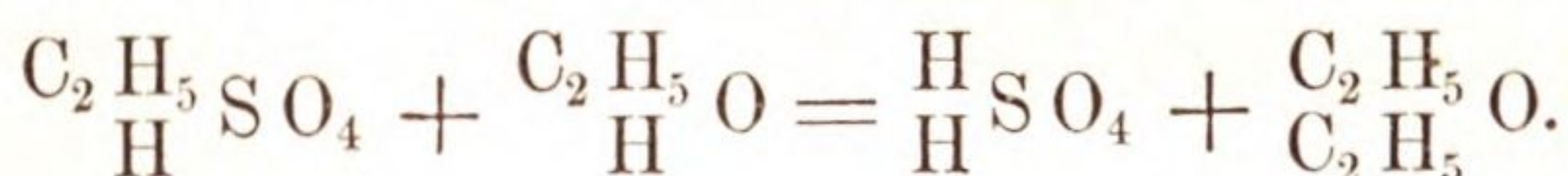


Er bemerkt dabei: „Es ist klar, dass, wenn der Alkohol Aether und Wasser bereits enthielte und der Kohlenwasserstoff in meinem ersten Versuch durch Ersetzung des Wasserstoffs ein zweites Atom Aether bildete, wie in dem zweiten Versuche, in welchem der Process derselbe ist, zwei Aether erhalten haben sollten, wohingegen wenn die Bildung des Aethers aus dem Alkohol durch Synthesis erfolgt, indem ein neues Aequivalent Kohlenwasserstoff zu dem in dem Alkohol bereits enthaltenen hinzutritt, wir den neuen intermediären Aether erhalten müssen, den ich bekommen habe.“ (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 77, S. 41.)

Die Aetherbildung erklärt Williamson auf folgende Weise. Beim Mischen des Alkohols mit Schwefelsäure bilden sich Wasser und Aetherschwefelsäure:



Die letztere zersetzt sich bei höherer Temperatur mit einem zweiten Molecül Alkohol in Aether und Schwefelsäure:



In einer etwas später veröffentlichten Abhandlung entwickelte Williamson weitere Methoden, um gemischte Aether zu erhalten; so bereitet er Amylätherschwefelsäure und behandelt diese Verbindung mit Alkohol im Sinne der Aetherbildung; er erhält den Aethyl-Amyläther und der Rückstand enthält nur noch Aetherschwefelsäure und keine Amylätherschwefelsäure. Er stellt nun folgende, theilweise neue Gesichtspunkte auf: Definire man eine Säure als eine Verbindung, welche Wasserstoff enthält, der durch Metalle oder Radicale ersetzt werden könne, so müsse man den Alkohol als eine Substanz betrachten, welche

hinsichtlich dieser Reactionen sich wie eine Säure verhalte. Der gewöhnliche Aether sei die Aethylverbindung oder das Aethylsalz des Alkohols, das Methyl-Aethylat eine Methylverbindung, gerade so wie das Kaliumäthylat die Kaliumverbindung oder das Kalisalz ist.

Für die Essigsäure wird geltend gemacht, dass hier im Radical Aethyl 1 At. Sauerstoff an die Stelle von 2 At. Wasserstoff getreten sei: $\begin{matrix} \text{C}_2 \text{H}_3 \text{O} \\ \text{H} \end{matrix} \bigg\} \text{O}.$

„Die hier angewendete Methode“ — schliesst Williamson — „die rationelle Constitution der Körper durch Vergleichung mit Wasser festzustellen, scheint mir grosser Ausdehnung fähig zu sein; und ich stehe nicht an zu sagen, dass ihre Einführung durch Vereinfachung unserer Ansichten und durch Festhalten eines gemeinsamen Vergleichspunktes zur Beurtheilung chemischer Verbindungen nützen wird.“ (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 81, S. 87.)

Kopp erwähnt einer weiteren Abhandlung Williamson's, worin dieser die Ansicht ausspricht, dass für alle unorganischen und für die bestgekannten organischen Verbindungen die Beziehung auf eine einzige Verbindungsform, einen einzigen Typus, auf den des Wassers $\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$ genüge; in einigen Fällen sei die Verdoppelung desselben nothwendig; so seien die Metalloxyde und die Hydrate derselben $\begin{matrix} \text{Me} \\ \text{Me} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$ und $\begin{matrix} \text{M} \\ \text{H} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$ auf $\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$ zu beziehen. Der Essigsäure entspreche eine wasserfreie Säure von der Zusammensetzung $\begin{matrix} \text{C}_2 \text{H}_3 \text{O} \\ \text{C}_2 \text{H}_3 \text{O} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$, welche zu dem Essigsäurehydrat in derselben Beziehung stehe wie der Aether zum Alkohol. In der Salpetersäure ersieht Williamson ein Atom Wasserstoff des Wassers durch N O_2 ersetzt; er drückt die Constitution derselben durch $\begin{matrix} \text{N O}_2 \\ \text{H} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$, die ihrer Salze, z. B. des salpetersauren Kalis, durch $\begin{matrix} \text{N O}_2 \\ \text{K} \end{matrix} \bigg\} \text{O}$ aus.

Mehrbasische Säuren leitet Williamson von der vervielfachten Formel des Wassers ab; so bezieht er die Schwefelsäure auf die verdoppelte Formel des Wassers $\left. \begin{smallmatrix} \text{H}_2 \\ \text{H}_2 \end{smallmatrix} \right\} \text{O}_2$ und legt unter der Annahme, dass die schweflige Säure hier an die Stelle von 2 Atomen Wasserstoff getreten sei, derselben und ihren Salzen, z. B. dem sauren schwefelsauren und dem neutralen schwefelsauren Kali die Formeln $\left. \begin{smallmatrix} \text{S O}_2 \\ \text{H}_2 \end{smallmatrix} \right\} \text{O}_2$, $\left. \begin{smallmatrix} \text{S O}_2 \\ \text{K H} \end{smallmatrix} \right\} \text{O}_2$, $\left. \begin{smallmatrix} \text{S O}_2 \\ \text{K}_2 \end{smallmatrix} \right\} \text{O}_2$ bei. Auch solche Verbindungen, welche keinen Sauerstoff oder ein ihm ähnliches Element enthalten, bezieht hier Williamson auf den Typus Wasser; so giebt er dem von Wurtz entdeckten Aethylamin die Formel $\left. \begin{smallmatrix} \text{C}_2 \text{H}_5 \\ \text{N} \end{smallmatrix} \right\} \text{H}_2$. (Kopp, Entwicklung der Chemie etc., S. 752.) Er betrachtet es also als Wasser, dessen Sauerstoff durch 2 At. Wasserstoff und dessen 2 At. Wasserstoff durch 1 At. N und 1 At. $\text{C}_2 \text{H}_5$ vertreten sind. Letztere Ansicht zeigt recht deutlich, welche ungemeine Elasticität solchen nur auf den äusseren Vorgang sich erstreckenden Deutungen inne wohnt.

Unabhängig von Williamson gerieth Chancel auf dasselbe Gebiet von Untersuchungen. Chancel hebt dabei hervor, dass seine Resultate die Ansicht Gerhardt's, wonach Aether und Alkohol durch Formeln von demselben Sauerstoffgehalt dargestellt werden müssen, bestätigten. Er liess bei gelinder Wärme äthylschwefelsaures Kali und Kaliumalkoholat auf einander einwirken; er erhielt gewöhnlichen Aether. Durch Destillation von äthylschwefelsaurem Kali mit methyloxalsäurem oder methyloxalsäurem Kali erhält Chancel kohlsauren und oxalsauren Aethylmethyläther; hieraus schliesst er, dass man mit Gerhardt das Wasser, die Schwefelsäure, die Kohlensäure, Oxalsäure u. s. w. als zweibasische Verbindungen anzusehen habe. (Chemisch-pharmaceutisches Centralblatt 1851, S. 132; Compt. rend. T. 31, p. 521—523.)

1848 und 1849 namentlich waren von Wurtz Untersuchungen über künstlich dargestellte organische Basen veröffentlicht

worden, die in doppelter Hinsicht unser Interesse erregen; einerseits wurden durch dieselben die von Berzelius und Liebig geäusserten Ansichten über die Constitution der organischen Basen zur Gewissheit erhoben, andererseits waren sie für die Entwicklung der typischen Auffassung von grösster Bedeutung.

Auf Untersuchungen, welche Liebig um 1830 und später veröffentlicht hatte, suchte Berzelius bereits 1837 die Ansicht zu begründen, dass die Basen Verbindungen von Ammoniak mit organischen Körpern seien. Später, nachdem der Begriff der Paarung eingeführt worden war, definirte Berzelius die Basen als aus Ammoniak bestehend, gepaart mit zusammengesetzten Körpern organischer Natur. Von diesen Paarlingen seien allerdings nur wenige im freien Zustande bekannt geworden; aber ihre empirische Zusammensetzung erfahre man leicht, wenn man von den einfachen Grundstoffen, welche ein Atom der Basis zusammensetzen, 1 Aeq. Ammoniak abziehe, was dann übrig bleibe, drücke die empirische Zusammensetzung des Paarlings aus. Diese sei nun von sehr mannigfacher Art. In einigen sei der Paarling ein Kohlenwasserstoff, vielleicht ein zusammengesetztes Radical, in andern enthalte er Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff; die Mehrzahl aber bestehe aus einem organischen Oxyde, welches entweder Kohlenstoff, Wasserstoff allein oder auch noch Stickstoff enthalte. Es sei nun unmöglich zu bestimmen, in welcher Form dieser Stickstoff sich in diesen Oxyden befinde; lege man aber bei Bildung eines Urtheils hierüber die Analogie von den sogenannten Platinbasen zu Grunde, worin das Ammoniak mit einer Verbindung gepaart sei, welche deutlich Amid enthalte (Reiset's Platinamid-Ammoniumoxyd, $\text{NH}_2\text{Pt} + \text{NH}_4\text{O}$, Lehrbuch, V. Aufl., Bd. 2, S. 483), so erscheine es wahrscheinlich, dass die Pflanzenbasen, welche in ihrem Paarling 1 Aeq. Stickstoff enthalten, dieser darin eine Amidverbindung bilde. (Berzelius: Lehrbuch, Bd. 5, S. 15 u. 16.)

Letztere Ansicht nun, sowie die, dass die organischen Basen mit Ammoniak gepaarte Verbindungen seien, hat Wurtz zur Deutung der von ihm dargestellten Basen verwendet. Ich behaupte damit, wohlverstanden, nicht, dass sie Wurtz direct Berzelius

entlehnt habe, nein, solche Auffassungen sind wohl Herrn Wurtz so zu sagen traditionell zugekommen und erst später hat man ihm das Verdienst allein zugeschrieben. Denn hätte Wurtz direct aus Berzelius' Werken geschöpft, so wäre er in seiner Beurtheilung bezüglich der Bedeutung dieses Mannes der Wahrheit näher gekommen.

So erhielt Wurtz durch Behandlung des cyansauren Methyläthers mittelst Kali das „Methylamid“ und auf dieselbe Weise aus dem cyansauren Aethyloxyd das „Aethylamid“. Die Constitution der beiden Verbindungen wird nun in folgender Art gedeutet. Das Methylamid, $C_2 H_5 N$, und das Aethylamid, $C_4 H_7 N$, bestehen aus 1 Aeq. Methylen, $C_2 H_2$, oder Aetheren, $C_4 H_4$, welche sich mit einem Aequivalent Ammoniak, $N H_3$, gepaart haben. Oder: beide Körper sind Ammoniak, worin ein Aequivalent Wasserstoff durch Methyl, $C_2 H_3$, und Aethyl, $C_4 H_5$, vertreten sind. Oder auch — und das ist nun eine von Liebig geltend gemachte Auffassung — beide Körper sind Aetherarten: Methyläther, $C_2 H_3 O$, und Aethyläther, $C_4 H_5 O$, worin der Sauerstoff durch Amid, $N H_2$, vertreten ist. (Centralbl. 1849, S. 264; Compt. rend. T. 38, p. 223—227.)

In einer späteren Abhandlung betont Wurtz vorzüglich die erstere Auffassung; er hat unterdessen noch zwei weitere Basen, das Butylamin und Amylamin entdeckt und stellt folgende Reihe und Namen auf:

Ammoniak . .	$N H_3$	Anilin . .	$N H_3, C_{12} H_4$
Methyliak . .	$N H_3, C_2 H_2$	Picolin . .	$N H_3, C_{12} H_4$
Aethyliak . .	$N H_3, C_2 H_4$	Toluidin . .	$N H_3, C_{14} H_6$
Butyriak . .	$N H_3, C_8 H_8$	Coniin . .	$N H_3, C_{16} H_{12}$
Amyliak . . .	$N H_3, C_{10} H_{10}$	Cumidin . .	$N H_3, C_{18} H_{10}$
Nicotin . . .	$N H_3, C_{10} H_4$	Leucolin . .	$N H_3, C_{18} H_4$

Die Redaction des Centralblattes, dem vorstehende Daten entnommen sind, macht — es war allerdings im Jahre 1849 — folgende Bemerkung: „Es ist hier wohl der Ort, sich zu erinnern, seit wie langer Zeit Berzelius schon die Alkaloide als gepaarte Ammoniakverbindungen betrachtet hat; die Formeln, welche

derselbe den ihm bekannten Alkaloiden in seinem Lehrbuche gegeben hat, weichen nicht von den obigen ab“ (a. a. O. S. 717).

Viel früher als Wurtz, schon vom Jahre 1843 ab, hatte A. W. Hofmann die organischen Basen, namentlich die im Steinkohlentheeröle enthaltenen, zum Gegenstand seiner Studien gemacht.

Er beschäftigte sich zuerst mit dem Anilin, einem Stoffe, den Unverdorben bei der trocknen Destillation des Indigos mit Kalilauge 1826 entdeckt und Krystallin genannt hatte; er findet ihn identisch mit dem Kyanol Runge's, und dem Benzidam Zinin's. Seine Analyse führte ihn zu der Formel $C_{12}H_{14}N_2$, die später zu $C_{12}H_7N$ angenommen wird; erstere Formel führe zu der Hypothese, dass es als Phenamid $= C_{12}H_{10}, N_2H_4$ anzusehen sei, obgleich es aus der Carbonsäure durch Ammoniak nicht hätte dargestellt werden können.

Der zweite Körper, den Hofmann erhielt, war Leukolin; von Runge 1834 im Steinkohlentheer entdeckt, war es von Gerhardt bei Destillation von Chinin, Strychnin mit Kalihydrat erhalten worden; seine Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{18}H_{16}N_2$ ausgedrückt. (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 47, S. 76—87; Centralbl. 1843, S. 737.)

Aus seinen Untersuchungen über die Chlorderivate des Anilins geht Hofmann hervor, dass Chlor, indem es den Wasserstoff ersetze, seinen ursprünglichen elektronegativen Charakter mit hineinnehme und dass dieser Charakter sich der Verbindung selbst in dem Verhältniss mehr ausdrücke, als sich die Anzahl der durch Chlor oder Brom vertretenen Wasserstoffäquivalente vermehre. In dem Tribromanilin hätten sich die elektronegativen Eigenschaften der eingetretenen Bromäquivalente mit dem elektropositiven Charakter, welcher dem ursprünglichen Systeme angehörte, ins Gleichgewicht gesetzt. Es wäre denkbar, dass durch weitere Zufuhr von Chlor ein Körper von sauren Eigenschaften gebildet würde. In der anorganischen Chemie zeigten die Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff ein ähnliches Verhalten. (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 53; Centralblatt 1845, S. 300.)

Aus dem Tolubalsam hatte Deville das Toluol dargestellt; dieses wurde durch Salpetersäure in Nitrotoluol übergeführt und daraus erhielt Hofmann durch Behandlung mit Schwefelammonium, einer von Zinin zuerst angegebenen Reaction, eine neue Basis, das Toluidin, $C_{14}H_9N$. (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 54.) Durch analoge Reactionen stellte Cahours das Xylidin und Cumidin dar.

In den bis jetzt veröffentlichten Abhandlungen giebt Hofmann nur einen getreuen Bericht und ist sehr zurückhaltend mit Aeusserungen bezüglich der Constitution der erhaltenen Verbindungen. Erst 1850 fasst er diesen Gegenstand unter allgemeineren Gesichtspunkten auf; er macht darauf aufmerksam, dass Liebig schon 1839 die Ansicht ausgesprochen habe, man müsste durch Eintritt von Amid, NH_2 , für Sauerstoff im Aethyloxyd und Methyloxyd Verbindungen erhalten, welche ihrer Natur nach sich dem Ammoniak an die Seite stellten. Für eine erweiterte Theorie der Alkaloide handle es sich dann um die Auffindung der Gruppen von Atomen, welche in gleicher Weise 1, 2, 3 Aeq. Wasserstoff im Ammoniak vertreten, ohne den ursprünglichen basischen Charakter des Ammoniaks in den Abkömmlingen zu vernichten. Die Ammoniaktheorie Berzelius' und die Amidtheorie Liebig's erschienen aber beide in dem einen Punkte mangelhaft, dass sie unter einem einzigen Gesichtspunkte die Glieder einer so ausgedehnten Gruppe zusammenzufassen strebten. Wenn man bedenke, aus wie mannigfaltigen Quellen diese Körper stammten, wie grosse Abweichungen sie in ihren physikalischen und selbst in ihren chemischen Eigenschaften darböten, so könne man nicht umhin, in ihrer Constitution eine ähnliche Verschiedenheit gelten zu lassen, wie bei den organischen Säuren, deren Gesammtheit Niemand in einer gemeinschaftlichen Theorie werde vereinigen wollen. Nach einer sorgfältigen Vergleichung der Alkaloide der Chinarinde oder der Basen des Harns mit dem Anilin und Nicotin dürften nur wenige Chemiker geneigt sein, in diesen verschiedenen Gattungen von Basen eine ähnliche Anordnung der Elemente anzunehmen. In der Constitution der nicht flüchtigen Basen insbesondere

dürften sich sehr wechselnde Verhältnisse herausstellen und es sei nicht unwahrscheinlich, dass hier selbst gepaarte Ammoniake im Sinne der Berzelius'schen Auffassung auftreten möchten.

Für die bis jetzt dargestellten künstlichen Alkaloide stellt nun Hofmann drei Reihen auf, welche analog dem Ammoniak zusammengesetzt sind:



Ammoniak. 1. Amidbasen. 2. Imidbasen. 3. Nitrilbasen.

Zu der ersten Gruppe gehörten Anilin, $\text{HH}(\text{C}_{12}\text{H}_5)\text{N}$, Methylamin, $\text{HH}(\text{C}_2\text{H}_3)\text{N}$, Aethylamin, $\text{HH}(\text{C}_4\text{H}_5)\text{N}$ u. s. w.

Als der zweiten Gruppe angehörig entdeckt Hofmann das Aethylanilin, $\text{H}(\text{C}_{12}\text{H}_5)(\text{C}_4\text{H}_5)\text{N}$, das Methylanilin, $\text{H}(\text{C}_{12}\text{H}_5)(\text{C}_2\text{H}_3)\text{N}$; die dritte Gruppe wird vertreten durch das Diäthylanilin, $(\text{C}_4\text{H}_5)(\text{C}_4\text{H}_5)(\text{C}_{12}\text{H}_5)\text{N}$, das Methyläthylanilin, $(\text{C}_2\text{H}_3)(\text{C}_4\text{H}_5)(\text{C}_{12}\text{H}_5)\text{N}$.

Ein Jahr später, 1851, lernt Hofmann eine vierte Gruppe von Basen kennen, welche von den Ammoniumsalzen und dem Ammoniumoxydhydrat sich ableiten lassen; so das Tetraäthylammoniumjodid, $(\text{C}_4\text{H}_5)_4\text{N}$. Dieses lieferte, mit Kalilauge oder frisch gefälltem Silberoxyd behandelt, Hofmann das Tetraäthylammoniumoxydhydrat, $(\text{C}_4\text{H}_5)_4\text{NO}$, HO . Damit war aber die höchste Stufe der äthylirten Reihe erreicht. (Chem. Centralblatt 1851; Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 78 u. 79.)

Erst jetzt betrachtet auch Wurtz diese Verbindungen im Sinne der Liebig-Hofmann'schen Theorie. (Centralbl. 1851, S. 190; Annal. de Chim. et de Phys., 3. Sér., T. 30, p. 443—507.)

¹⁾ Dieser einleitende Theil ist Kolbe's Lehrbuch etc. entnommen; s. d. S. 32. Das Uebrige stützt sich auf Kenntniss der angeführten Originalabhandlungen.

VIII.

Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

In dem vorigen Abschnitt habe ich, der Hauptsache nach, die Thatsachen zusammengestellt, welche die Aufstellung des typischen Systems ermöglichten. Es geht daraus hervor, dass der „Typus“ Wasser bereits von Berzelius erkannt und zur Darlegung der Constitution benutzt worden war; ebenso erkannte den Typus Ammoniak Berzelius und etwas später Liebig; die Arbeiten von Hofmann und auch die von Wurtz begründeten denselben experimentell. Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, dass bei diesen Forschern, namentlich bei Berzelius und Liebig, der „Typus“ — den Namen hat erst Gerhardt erfunden — nur eine Art der Vorstellung neben anderen gleichberechtigten war, um die Constitution der Verbindungen zu erkennen; dieselbe zu der allein berechtigten zu erheben, war das Verdienst oder vielmehr Nichtverdienst Gerhardt's. Er fügte aber noch zwei weitere Typen hinzu, nämlich den Typus Wasserstoff $\left. \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{H} \end{smallmatrix} \right\}$ und den des Chlorwasserstoffs $\left. \begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{Cl} \end{smallmatrix} \right\}$. Ob man es bezüglich des ersteren mit einem originalen Gedanken Gerhardt's oder Laurent's zu thun hat, ist mindestens zweifelhaft. Mit gutem Rechte, scheint es, könnte man die Aufstellung des ersteren auf Avogadro zurückführen. Avogadro

hatte bereits im Jahre 1811 den Gedanken ausgesprochen, dass die letzten Theilchen der elementaren Körper, namentlich der im Gaszustande existirenden, nicht aus je einem Elementarmolecül — d. i. aus Atomen — bestehen, sondern aus einer gewissen Anzahl unter sich durch Anziehung zusammengehaltener Elementarmolecüle. Wenn insbesondere zwei Gase nach gleichen Volumen und ohne Volumenverminderung sich zu einer gasförmigen Verbindung vereinigen, so bestehe das Molecül der letzteren aus $\frac{1}{2}$ Molecül des einen und $\frac{1}{2}$ Molecül des anderen Bestandtheiles. Aber diese Ideen gingen in dem Maasse eindrucklos vorüber, dass wenige Jahre später Ampère eine ähnliche Betrachtungsweise entwickelte, ohne Kenntniss von der Avogadro's zu haben. Doch vermochte auch der angesehene Name Ampère's diesen Speculationen eine grössere Tragweite nicht zu sichern. Erst 1827 erinnerte Dumas wieder daran, Gaudin 1832 und Persoz 1835. In welcher Weise aber Gerhardt durch diese Vorgänger beeinflusst wurde, ist mir nicht gelungen zu ermitteln; Kopp scheint geneigt zu sein einen unmittelbaren Einfluss nicht anzunehmen. (Kopp: Die Entwicklung der Chemie etc., S. 351, 354, 424, 633 u. 834.)

Wie dem auch sei, eine Betrachtungsweise der Art ist zu verschiedenen Zeiten erörtert worden und den Namen eines „Reformators“ hat Gerhardt auch in diesem Punkte nicht zu beanspruchen. Der Typus Chlorwasserstoff aber ist ein von dem Typus Wasserstoff abgeleiteter, steht zu diesem in demselben Verhältniss, wie der Typus Wasser zu dem Typus Schwefelwasserstoff; er hat folglich im Sinne des Systems nicht diesen Rang, den ihm Gerhardt ertheilt.

Gerhardt stellt also 4 Typen auf: den Typus Wasser, $\left. \begin{smallmatrix} H \\ H \end{smallmatrix} \right\} O$, den Typus Chlorwasserstoff, $\left. \begin{smallmatrix} H \\ Cl \end{smallmatrix} \right\}$, den Typus Ammoniak, $\left. \begin{smallmatrix} H \\ H \\ H \end{smallmatrix} \right\} N$, den Typus Wasserstoff, $\left. \begin{smallmatrix} H \\ H \end{smallmatrix} \right\}$.

„Der Typus, erklärt Gerhardt, ist die Einheit zur Vergleichung aller Körper, welche ähnlicher Zersetzung fähig sind,

wie er, oder aus ähnlichen Zersetzungen hervorgehen.“ „Um einen Körper vom Typus Wasser abzuleiten, muss man wenigstens eine Reaction kennen, wobei sich derselbe durch doppelte Zersetzung umwandelt oder wobei er durch doppelte Zersetzung entsteht. Man findet so, welche die Radicale dieser Körper seien, die sich zu diesen Austauschen für das Radical Wasserstoff und Sauerstoff bestimmen lassen.“ (Gerhardt: Lehrbuch der organischen Chemie, Bd. 4, S. 626.)

In dieser Bescheidenheit der Ansprüche, welche das typische System an das Wissen und Können der Experimentatoren stellt, liegt wohl zum guten Theil der Grund seiner raschen Verbreitung: eine einzige Reaction und die Stelle, die eine Verbindung im Systeme einnimmt, ist ausgemittelt, die Wissenschaft ist um eine wohlstudirte Verbindung reicher.

Jeder Typus zerfällt in Unter- oder abgeleitete Typen; so umfasst der Typus Wasser die abgeleiteten Typen Schwefelwasserstoff, $\begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{H} \end{smallmatrix} \left\} \text{S}$, Tellurwasserstoff, $\begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{H} \end{smallmatrix} \left\} \text{Te}$ u. s. w.; der Typus Chlorwasserstoff die Typen Bromwasserstoff $\begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{Br} \end{smallmatrix} \left\}$, Jodwasserstoff, $\begin{smallmatrix} \text{H} \\ \text{J} \end{smallmatrix} \left\}$ u. s. w.

Erst innerhalb der abgeleiteten Typen wird bis zu einem gewissen Grade die chemische Natur der Verbindungen berücksichtigt. So wird der Typus Wasser, „die Oxyde“, in folgende Gruppen getheilt: 1) Positive Oxyde oder Basen: Basen, Alkohole, Aether; 2) negative Oxyde oder Säuren; 3) indifferente Oxyde: Sauerstoffsalze, zusammengesetzte Aether, Glyceride. Innerhalb dieser Gruppen wieder wird die Unterscheidung primär, secundär, tertiär gemacht. So ist z. B. eine Basis primär, wenn in dem Typus nur ein Atom Wasserstoff durch Metall oder Radical vertreten ist, secundär, wenn beide Atome vertreten sind. Tertiäre Verbindungen treten selbstverständlich nur beim Typus Ammoniak auf. Dieses Schema wiederholt sich im Wesentlichen bei allen vier Typen.

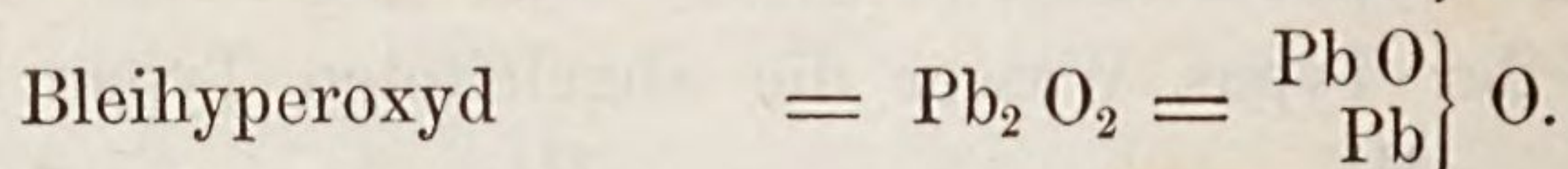
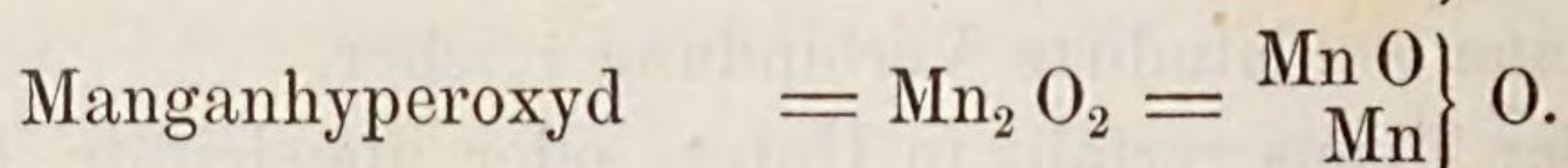
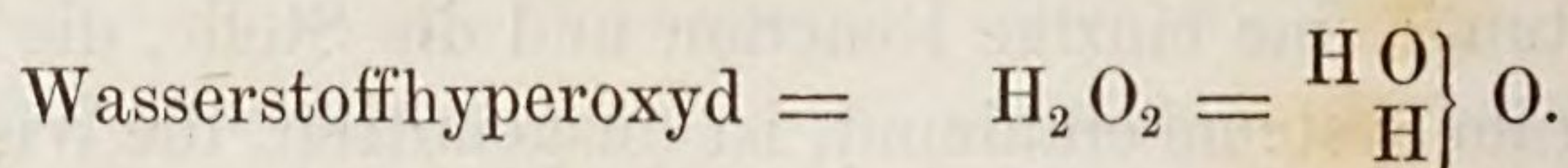
Es würde allzusehr ermüden, wenn wir die ganze Fläche dieser Wassertheorie durchwandern wollten; um ihre Seichtig-

158 Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

keit und theilweise bodenlose Willkür näher zu charakterisiren, mögen folgende Definitionen genügen.

Basen. Diese Körper stellen Wasser dar, dessen Wasserstoff durch ein einfaches oder zusammengesetztes metallisches Radical ersetzt ist. Wenn sich diese Vertretung auf den gesamten Wasserstoff des Typus erstreckt, so heissen die Basen wasserfreie (secundäre); man nennt sie Hydrate (primäre), wenn nur ein Theil vom Wasserstoff vertreten ist (a. a. O. S. 654).

Hyperoxyde. Hier giebt es zwei Ausdrucksweisen. Man kann sie als Wasser betrachten, dessen eines Atom Wasserstoff durch die Radicale H O , Mn O , Pb O ersetzt wäre:



„Nach dieser Schreibweise wäre das Manganhyperoxyd mangansaures Manganosum, und es ist bekannt, dass man durch Glühen von Manganhyperoxyd mit Kalihydrat bei Luftabschluss mangansaures Kali erhält. Eine andere Art, die Peroxyde mit dem Typus Wasser in Verbindung zu bringen, besteht darin, dabei dasselbe metallische Radical wie bei den Protoxyden anzunehmen, aber mit einem anderen Radical, Sauerstoff, den man Hyperoxygen, $\text{O}_2 = \text{Ox}$, nennen könnte, äquivalent H_2 ; man würde so auf den Sauerstoff das oben entwickelte Princip anwenden, dass ein und dasselbe Element mehrere Radicale oder Aequivalente haben kann, wovon jedem besondere Eigenschaften entsprechen.“ (A. a. O. S. 655.)

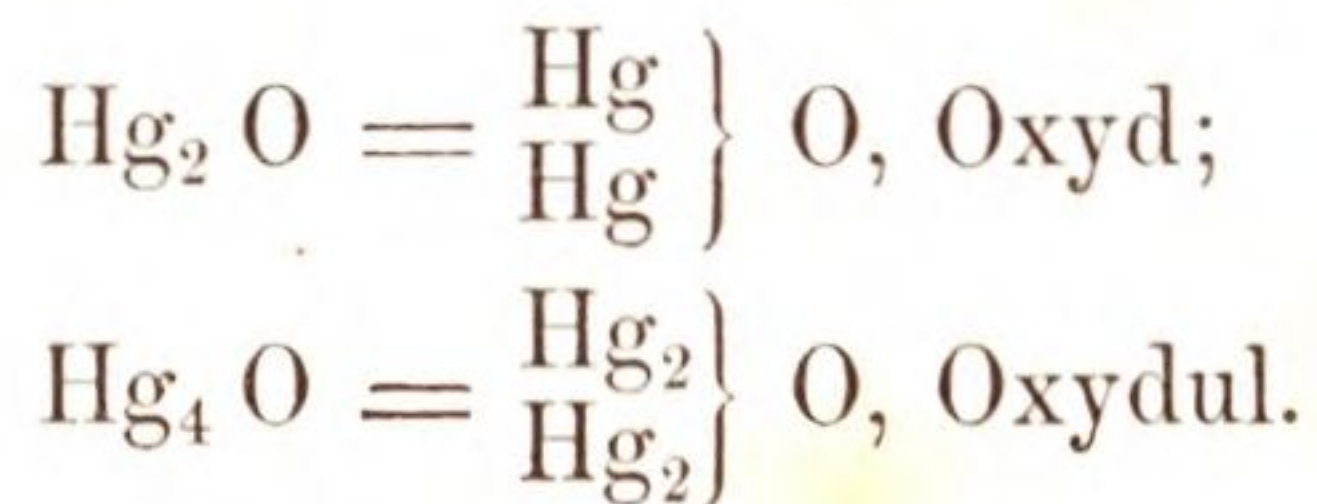
Was das angeführte Princip anbelangt, so besteht es darin, dass Gerhardt wie Laurent die ganze Atomtheorie, die beste, durchdachtete Theorie, welche die Wissenschaft besitzt, in blauen Dunst verwandelt.

Das „Princip“ drückt Gerhardt folgendermaassen aus:

„Wenn ein Element zwei oder mehrere der doppelten Zersetzung fähige Oxyde bildet und man betrachtet das Element,

welches mit dem Sauerstoff verbunden ist, als Radical, so kommt es stets vor, dass entweder dasselbe Zeichen mehrere Aequivalente in Wasserstoff oder dieselben, mit verschiedenen Charakteren versehenen Zeichen dasselbe Aequivalent in Wasserstoff darbieten. Man sagt, dass ein ähnliches Metall mehrere Aequivalente habe; aber jedem Aequivalent entsprechen besondere Eigenschaften.

So giebt es zwei der doppelten Zersetzung fähige Quecksilberoxyde:



„Will man das Quecksilberoxyd in Wasser umwandeln, so muss man jedes Atomgewicht Hg oder 100 Quecksilber durch H ersetzen; soll das Quecksilberoxydul in Wasser verwandelt werden, so muss man jedes Atomgewicht Hg_2 oder 200 Quecksilber durch H ersetzen. Es giebt daher verschiedene Mengen Quecksilber, zwei verschiedene Quecksilberradiale, welche dieselbe Quantität Wasserstoff zu ersetzen vermögen, um ein wie der Typus Wasser der doppelten Zersetzung fähiges Oxyd zu bilden. Jedem dieser Radiale entspricht eine Chlor- und Bromverbindung, ein schwefelsaures, salpetersaures Salz u. s. w. Man kann das eine dieser Radiale Hg Mercuricum nennen, um anzuzeigen, dass es im Oxyd und den Oxydsalzen enthalten ist; das andere Hg_2 Mercurosum, weil es im Oxydul und den Oxydulsalzen enthalten ist.“ (A. a. O. S. 641.)

Das nichtige, unwissenschaftliche dieser Vorstellungen hat Kolbe treffend nachgewiesen; ich werde seine Kritik später nachbringen, und wende mich jetzt wieder zu den Definitionen.

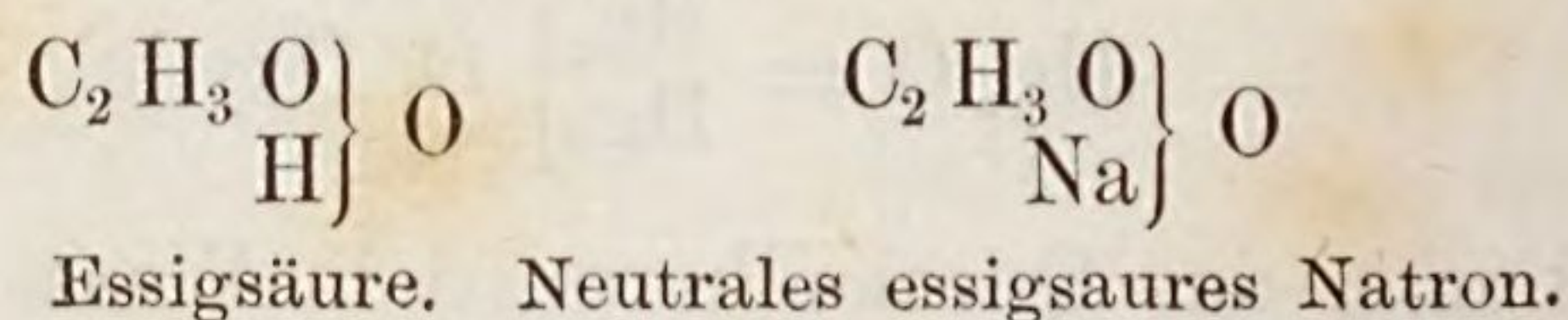
Aldehyde. „Sie stellen Wasser dar, worin ein Atom Wasserstoff durch ein positives Radical ersetzt ist, welches sie unter Bindung eines Atoms ihres Sauerstoffs in Säuren umwandelt.“ (A. a. O. S. 669.) Dass das Radical Wasserstoff im Wasser seinen Sauerstoff nicht binden und keine Säure bilden kann, stört die Beziehung nicht!

160 Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

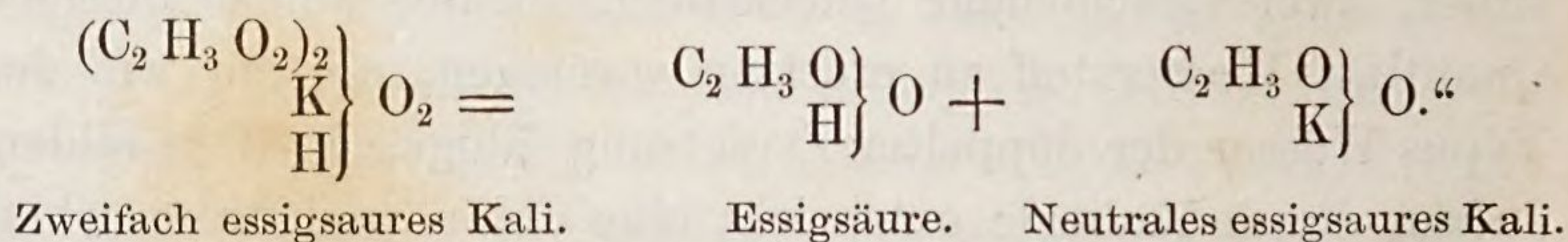
Zu den indifferenten Oxyden rechnet Gerhardt auch die Sauerstoffsalze. „Wenn der Wasserstoff eines oder mehrerer Wasseratome zugleich durch das Radical einer Metallbase und das einer Säure ersetzt ist, so hat man ein Sauerstoffsalz.“ (A. a. O. S. 711.)

Die Salze unterscheidet Gerhardt nach altem Gebrauche als neutrale, saure und basische.

„Mit dem entsprechenden Säurehydrat verglichen stellt ein Neutralsalz dieses Säurehydrat dar, worin der basische Wasserstoff vollständig durch sein Aequivalent eines positiven Radicals, d. h. des Radicals einer Metallbase ersetzt ist, z. B.:

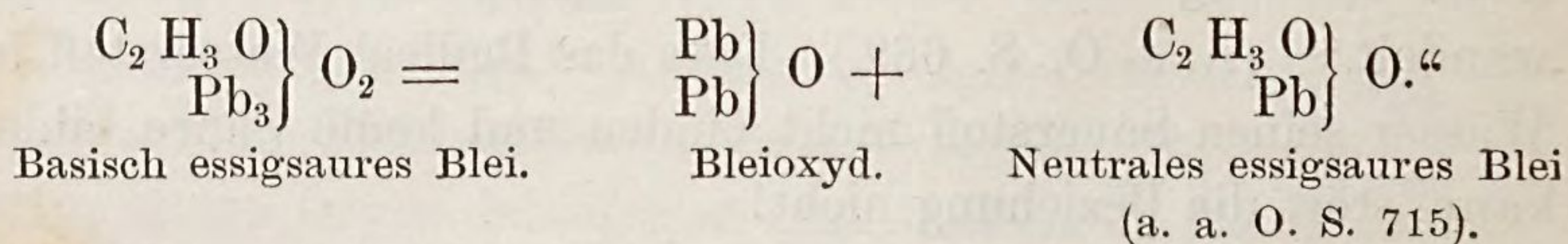


„Ein saures Salz ist das Neutralsalz plus der entsprechenden Säure, oder, was auf dasselbe herauskommt, es ist die Säure, deren basischer Wasserstoff nur theilweise durch das positive Radical ersetzt ist:



Was nun die erste Definition anbelangt, so ist sie die von Berzelius gegebene. Das ist auffallend. Wie kommt der veraltete, dogmatische Berzelius zu der Ehre, auf einmal wieder modern zu sein? Stimmt etwa seine Definition mit der des typischen Systems überein? Nein; wir müssen sogar sagen, dass sie systemwidrig ist. Wie kommt er nun da herein? Wir finden das Räthsel gelöst, wenn wir die nächste Definition in das Auge fassen:

„Ein basisches Salz ist das Neutralsalz plus der entsprechenden Base. Z. B.:



Die basischen Salze kann nämlich das typische System nicht definiren: sie sind systemwidrig. Damit nun dieser Mangel nicht allzu sehr in die Augen springe, hat es Gerhardt für dienlich gehalten, die Berzelius'sche Definition nicht bloß bei den basischen Salzen, sondern auch bei den sauren in Anwendung zu bringen.

„Die Wissenschaft nach scholastischer Methode“, sagt Sachs, „ist ein Spiel mit abstracten Begriffen; der beste Spieler der, welcher dieselben so unter einander zu verbinden weiss, dass die vorhandenen Widersprüche geschickt verdeckt werden.“ Das Verfahren Gerhardt's berechtigt uns erweiternd beizufügen: Die Wissenschaft nach scholastischer Methode scheut auch das Spiel mit doppelten Karten nicht.

Die Chloride, d. h. die Verbindungen, welche sich vom Typus Chlorwasserstoff ableiten, trennt Gerhardt in positive und negative. Die positiven Chloride umfassen die basischen Chloride, die Alkoholchloride u. s. w. Zu den einatomigen basischen Chloriden rechnet er:

Chlorkalium Cl K
 Chlorsilber Cl Ag
 Chlorplatinosum oder Platinchlorür Cl Pt

Zu den zweiatomigen basischen:

Chlorplatinicum oder Platinchlorid $\text{Cl}_2 \text{Pt} = \text{Cl}_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{pt} \\ \text{pt} \end{array} \right.$

Zu den dreiatomigen:

Chloraluminium $\text{Cl}_3 \text{Al}_2 = \text{Cl}_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{al} \\ \text{al} \\ \text{al} \end{array} \right.$
 Chlorgold . . $\text{Cl}_3 \text{Au} = \text{Cl}_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{au} \\ \text{au} \\ \text{au} \end{array} \right.$

Dass bei einem solchen „basischen“ Chlorid alle Eigenschaften einer Basis fehlen, hat Gerhardt nicht überlegt; die Theilung eines Atoms in zwei und drei Atomchen geschieht in Anwendung des entwickelten „Princips.“

Der Typus Ammoniak bietet keine besonderen Unzukömmlichkeiten; dagegen müssen wir einige Definitionen des Typus

162 Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

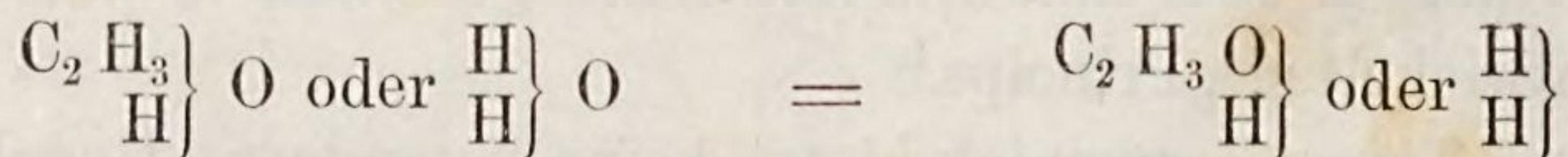
Wasserstoff hervorheben. Er umfasst die positiven Metalle und negativen Metalle gemäss der Erklärung: Die Metalle sind Abkömmlinge des Typus Wasserstoff, entstanden durch Substitution eines Radicals für den Wasserstoff; sie sind primär oder secundär, je nachdem sich die Substitution auf ein oder zwei Atome des Typus erstreckt. Als primäre Basenhydrüre der anorganischen Chemie werden aufgeführt:

Das Kupfer-(Cuprosum-)Hydrür, H Cu_2 , abstammend von H H , das Antimonhydrür, $\text{H}_3 \text{Sb}$, abstammend von $\text{H}_3 \text{H}_3$ u. s. w.

Die secundären Basenhydrüre bilden die eigentlichen Metalle Kalium, K K , abstammend von H H , Antimon, Sb Sb , abstammend von $\text{H}_3 \text{H}_3$. (A. a. O. S. 817.)

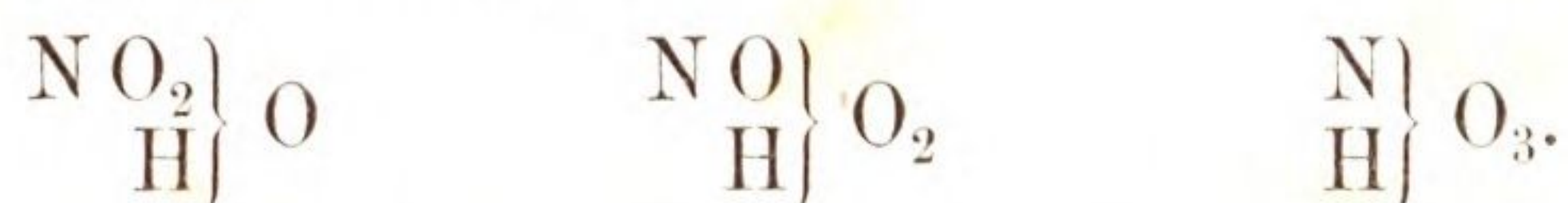
Das Element also, der unzerlegbare Stoff wird durch das „System“ zu einem secundären Derivat degradirt, während die Verbindung desselben Elementes zum primären erhoben wird. Es ist schwer zu begreifen, wie ein geistreicher Mann einen solchen Unsinn — ich finde kein anderes Wort — niederschreiben, schwerer aber noch, wie er bei einem grossen Theil der wissenschaftlichen Welt Anklang finden konnte. Wie bei Dumas und Laurent, so sind auch bei Gerhardt die Begriffe Element, Atom, Verbindung u. s. w. haltlose, widerspruchsvolle. Die Chemie ist durch diese Männer in ihrem Fundamente erschüttert worden; in dieser Richtung hat sie aufgehört eine exacte Wissenschaft zu sein, sie ist ausgeartet in eine wüste, leere Speculation.

Zu den negativen Metallen und zwar zu den primären Derivaten zählt Gerhardt die Säurehydrüre, die er als Aldehyde auch vom Typus Wasser ableitet. Es ist das eine Art Escamotage; schreibt man den Sauerstoff des Aldehyds ausserhalb der Klammer, so hat man den Typus Wasser; schlägt man ihn zu dem Radical Kohlenwasserstoff, so hat man den Typus Wasserstoff z. B.:



Essigsäurealdehyd vom Typus Wasser. Essigsäurealdehyd vom Typus Wasserstoff.

Freilich hat Gerhardt dies Verfahren nach seiner Art begründet: er stützt sich dabei auf die schon früher erwähnte Annahme, dass jede Formel eine rationelle sei, wenn sie einer Reaction entspreche; da nun die Aldehyde sehr leicht unter Bindung von Sauerstoff in Säuren übergehen, so setzt er in beiden Verbindungen, Aldehyden und Säuren, dieselben Radicale voraus. Man könnte das gelten lassen. Aber wie gefährlich solche Vorstellungen im Grunde sind, ergibt sich aus Folgendem: „Die Salpetersäure“, sagt Gerhardt, „kann durch folgende drei Formeln ausgedrückt werden:



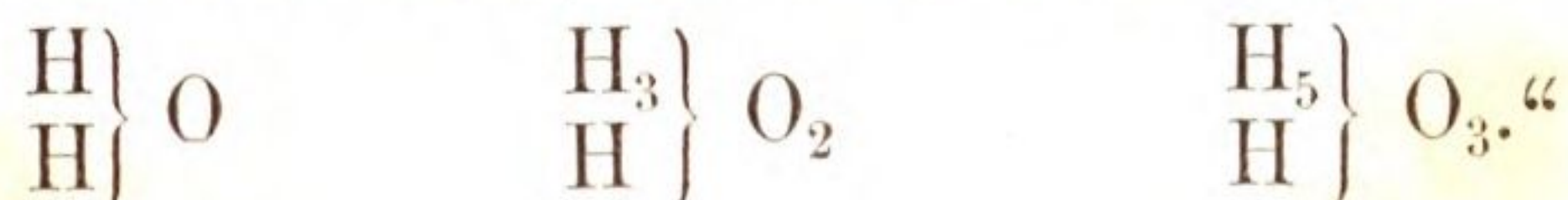
„In diesen drei Formeln haben die Radicale N O₂, N O und N verschiedene Aequivalente:

N O₂ (Nitryl) ist das Aequivalent von H,

N O (Azotyl) ist das Aequivalent von H₃,

N (Nitricum) ist das Aequivalent von H₅,

da man diese drei Radicale durch verschiedene Quantitäten Wasserstoff ersetzen muss, um Wasser zu bilden:



(A. a. O. S. 639.)

Ist das noch eine Theorie? Ich halte es für ein verwerfliches Spiel mit Formeln und Begriffen. Man sieht also, dass solche Annahmen, die man im eingeschränkten Sinne gelten lassen könnte, bei nur einiger Ausdehnung ihre Gültigkeit verlieren und zur Basis haltloser Speculationen werden.

Zu den secundären Derivaten der negativen Metalle zählt Gerhardt „alle einfachen unter dem Namen Metalloide bekannten Körper: Phosphor, Schwefel, Chlor.“ (A. a. O. S. 816 und 830.)

Der Fehler ist derselbe, wie oben. Nur haben wir noch in den Säuremetallen Metalle, die keine Metalle, sondern vielmehr Metalloide sind.

Damit wollen wir die Blumenlese Gerhardt'scher Definitionen beenden. Ich habe aber noch darzulegen, welche Beur-

theilung Gerhardt's Aufstellungen erfahren haben. Die Typentheorie haben, soweit mir bekannt ist, Kolbe, Mohr, Blomstrand und Wittstein kritisirt. Die Kritik Blomstrand's gipfelt in dem Satze: „Die Gerhardt'sche Theorie ist nur eine besondere Entwicklungsphase der Atomtheorie von Berzelius, der elektrochemischen Anschauungsweise entkleidet und äusserlich in neue fremdartige Formen gebracht.“ (Die Chemie der Jetztzeit von C. Blomstrand, S. 85.)

Ich halte dieses Urtheil für zu milde; es liegen in der typischen Auffassung doch Fehler von zu schwerem Caliber, um sich mit derselben so rasch versöhnen zu können. Und dann hat doch gerade Gerhardt den Elektrochemismus wieder betont und unterscheidet sich dadurch sehr vortheilhaft von Dumas und Laurent, die von der Natur der Elemente gar nichts mehr wissen wollten.

Die Kritik Wittstein's*) bildet gewissermaassen das Gegenstück von der Blomstrand's; ich halte jene aus dem Grunde für verfehlt, weil hier der dogmatischen Auffassung des Typikers die dogmatische des Dualisten gegenübertritt. Wer eine andere Richtung kritisiren will, darf seine eigene nicht als einen unangreifbaren Glaubensartikel geltend machen.

Dagegen müssen wir bei den trefflichen Kritiken Kolbe's und Mohr's länger verweilen; ich erlaube mir die meiner Ansicht nach wichtigsten Einwürfe hervorzuheben.

„Bei Aufstellung einer neuen Hypothese“, sagt Kolbe, „ist vor Allem nachzuweisen, einmal, dass die Thatsachen, worauf sich eine solche stützt, mit den bis dahin herrschenden Ansichten entweder überhaupt nicht oder minder gut zu vereinigen sind und zweitens, dass die neue Hypothese auch in allen ihren Consequenzen sich bewährt. Das erstere ist weder von Williamson noch von Gerhardt geschehen und ich halte es daher für nothwendig, hier nachzuweisen, dass die Erklärung der von jenen gemachten Entdeckungen durch die bisherige Radicaltheorie in keiner Weise Schwierigkeit verursacht.“

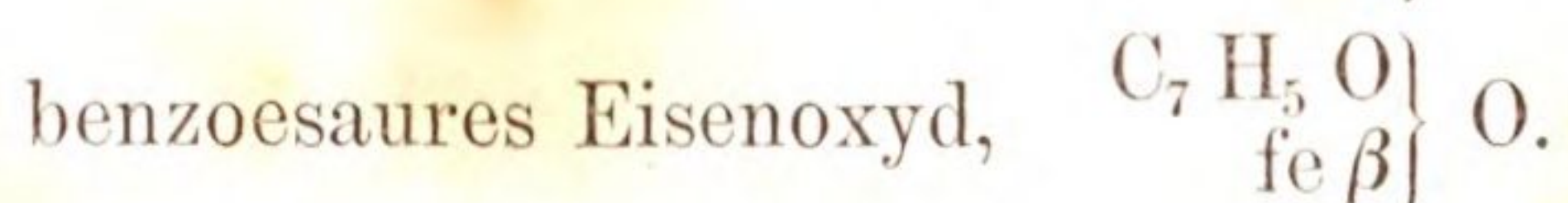
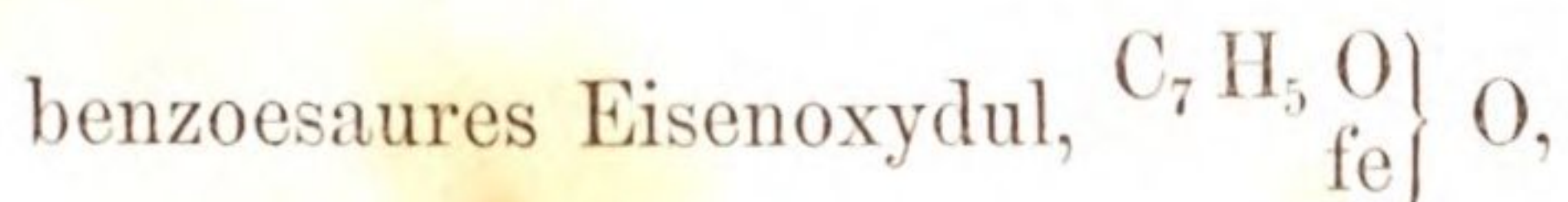
*) Wittstein, Widerlegung der chemischen Typenlehre, 1862.

Kolbe zeigt nun, wie die Aetherbildung im Sinne der Radicaltheorie zu deuten ist. (Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 90, S. 52.) Ich glaube es mir versagen zu müssen, hierauf näher einzugehen, da Kolbe damals noch die Gmelin'sche Formulirung beibehalten hatte; unterdessen ist er bekanntlich zu der ursprünglichen Volumtheorie Berzelius' zurückgekehrt; und manches von jenem Standpunkte aus Gesagte wird er wohl selbst nicht mehr in seinem ganzen Umfange aufrecht erhalten.

Die philosophische Behandlung der Chemie, wie Gerhard't es nennt, findet Kolbe unwissenschaftlich. „Denn es gehört wenig Erfahrung dazu, um zu begreifen, dass die Natur sich nicht darauf beschränkt, nur Variationen auf die vier Thema: Wasser, Wasserstoff, Chlorwasserstoff und Ammoniak zu machen. Ich nenne jene Philosophie besonders aber aus dem Grunde unwissenschaftlich, weil sie sich nur in einem kleinen Kreise von Thatsachen bewegt und Alles, was ausserhalb desselben liegt, kurz abfertigt oder ignorirt.“

Die Hypothese Gerhard't's, dass viele Metalle, wie Eisen, Aluminium, Chrom, verschiedene Aequivalente — Aequivalente sind im Sinne Gerhard't's Atome und man kann hier durchaus nicht geltend machen, dass dieser Annahme die Idee der Valenz zu Grunde liege — haben, verurtheilt Kolbe ganz entschieden:

„Das Eisenchlorür, $fe\ cl\ (Fe = 2fe)$ besitzt nach Gerhard't keine andere Zusammensetzung als das Eisenchlorid. Der einzige Unterschied liegt darin, dass letzteres ein anderes Eisen, also ein anderes Metall, $fe\ \beta$, dessen Aequivalent $\frac{2}{3}$ so gross ist wie das im Chlorür enthaltene Metall. Die Gleichheit in der Zusammensetzung des benzoesauren Eisenoxyduls und Oxyds ist auf diese Weise wieder hergestellt:



„Diese Argumentation wirft ein klares Licht auf den wissenschaftlichen Standpunkt, welchen Gerhard't einnimmt. Ein

gründlicher Naturforscher, dem die Wahrheit am Herzen liegt, würde, an einer solchen Klippe angelangt, umgekehrt sein und seine Hypothese über Bord geworfen haben; Gerhardt schreckt nicht davor zurück, seiner Hypothese zu Liebe selbst die Heiligthümer der Wissenschaft, das Gesetz der multiplen Proportionen, anzutasten. Wer anders würde die Behauptung wagen, dass das Eisen, nachdem wir es in Chlorwasserstoffsäure gelöst haben, durch Chlorgas, welches wir in diese Lösung hineinleiten, in ein neues Metall verwandelt, und dass, wenn wir hernach wieder mit Eisen kochen, das ursprüngliche Metall regenerirt wird? Ich halte es für unnöthig, dieser leichtfertigen Hypothese weiter zu folgen, nur eine der daraus zu ziehenden Consequenzen will ich hier noch andeuten, welche selbst der im Vorurtheil befangene Naturforscher anerkennen wird, nämlich dass, wenn der Alaun, z. B. der Eisenalaun, wirklich $(k^{1/2}, fe\beta^{3/2})SO_4$ oder $\left. \begin{smallmatrix} k \\ k \end{smallmatrix} \right\} SO_4 + 3 \left. \begin{smallmatrix} fe\beta \\ fe\beta \end{smallmatrix} \right\} SO_4$ ist, kein Grund vorliegt, weshalb nicht $fe\beta$, oder fe durch k soll vertreten werden können. Ein Doppelsalz von 1 At. schwefelsaurem Kali mit 3 At. Eisenvitriol oder gar $KO, SO_3 + (3 KO, SO_3)$ würde demnach Alaun sein, mit anderen Worten es würde ein schwefelsaures Kali geben müssen, welches in Octaëdern oder Würfeln krystallisirt, und zwar dasjenige, dessen Molecül vier Atome, KO, SO_3 enthält.“ (Kolbe, Lehrbuch etc., S. 52.)

Die Einwürfe Mohr's sind im Wesentlichen von denselben Ideen dictirt; er vergleicht sehr treffend die Typentheorie mit einem Prokrustesbett — ein Bild, das übrigens auch Wittstein anwendet — „wo ausgereckt und abgeschnitten werden muss.“ Die Atomigkeit ist ihm „keine neue Lehre, kein besonderes System, sondern ein *Aperçu*, der aus der allgemeinen Chemie hervorging und der auf der Vertretbarkeit durch Gleichartiges beruht.“

Sehr richtig und sehr schlagend sind ferner die Gründe, welche Mohr angiebt, warum die Typenlehre so rasch allgemein angenommen wurde. „Weil die Typenlehre leicht zu lernen,

aber schwer zu begreifen ist, so gewinnt man durch Anerkennung derselben die Meinung für sich, dass man sich auf der Höhe der Wissenschaft befinde und kann deshalb auf diejenigen herabsehen, die daran zweifeln und andere Ansichten verfolgen. Statt nach der inneren Natur der Stoffe zu forschen, hat man nur die Uebereinstimmung mit dem System zu suchen und das geschieht sehr häufig auf dem Papier.

„Vor einer Reihe von Jahren stellte der Arzt Rademacher ein neues System der Heilkunde auf, worin alle Krankheiten auf drei Typen zurückgeführt waren, je nachdem sie mit Eisen, mit Kupfer oder mit Natronsalpeter geheilt werden konnten. Das war ungemein bequem und man hatte einen grossen Ballast von Kenntnissen aus Anatomie, Physiologie, *Materia medica* etc. nicht mehr nothwendig. Mit unglaublicher Schnelligkeit vermehrten sich die Anhänger dieses Systems, doch kann man sagen, dass nicht gerade die talentvollsten, wie es in der Chemie der Fall ist, sich der neuen Lehre zuwandten. Es ist keine Frage, dass die Leichtigkeit der Aneignung weniger Sätze und die Beseitigung jeder Verantwortlichkeit, die aus Mangel an Kenntnissen entsprang, mächtig zur Verbreitung der neuen Lehre beitrug. Zwar konnte Niemand begreifen, warum alle Krankheiten auf die drei Typen sollten zurückgeführt werden können; wenn man aber diesen Satz annahm, so war damit ein neuer Standpunkt gewonnen. Ein ähnliches Bewandtniss hat es auch mit der Typentheorie. Auf dem Polster dieser Lehre ruhte man bequem und erfüllte die Worte des Dichters:

„Am besten ist's auch hier, wenn ihr nur Einen hört,
Und auf des Meisters Worte schwört.“

(Mohr, Mechanische Theorie etc., S. 187, 193.)

Man sollte glauben, dass diese gewichtigen Einwürfe die Anhänger der Typentheorie zur Erkenntniss geführt hätten. Wir müssen aber leider constatiren, dass dies nicht der Fall war. Es war dem typischen Systeme nicht beschieden, im ehrlichen Kampfe der Ideen zu unterliegen; sein Ende war ein ruhmloseres: es wurde von seinen eigenen Anhängern meuchlings über Bord geworfen. Aber auch das geschah nicht in der

löglichen Absicht, zu einer gereinigten Auffassung zurückzukehren; nein! es geschah, um einem neuen Wahngebilde nachzujagen: der Idee der constanten Valenz.

Man hat dieses schmäbliche Ende mit allerlei Redensarten zu verbrämen gesucht, man redete sich ein: „Die Typentheorie war nur eine formale Anschauung, welche ihre Bedeutung verlor, sobald man den geistigen Inhalt aufgefasst hatte. Sie war aber nothwendig gewesen zur Entstehung der sich jetzt entwickelnden Ideen über Atomigkeit.“ (Ladenburg, a. a. O. S. 236.)

Oder: Unsere chemischen Theorien können nur eine ephemere Existenz haben. Wäre es anders, so würden wir schon heute die Wahrheit völlig besitzen, oder aufhören müssen, sie zu erstreben. So Oppenheim (Geschichte der chemischen Theorien etc., von Wurtz, S. 163.)

Ich habe an den verschiedensten Punkten versucht zu zeigen, dass die Entwicklung der Wissenschaft eine Continuität aufweist, die der Einzelne nicht zu durchbrechen vermag, wenn er nicht in Irrthum verfallen will. Zudem künden sich wirklich neue Ideen in ganz anderer Weise an und niemals steht die grosse Menge dabei zu Pathen.

Die Typentheorie hat so recht gezeigt, was von der Idee der Lagerung zu halten ist; gerade sie widerlegt dieselbe, wenn auch indirect und unausgesprochen. Nunmehr hätte man sich wieder, nach Ablauf der Periode der Romantiker, ungetheilt der classischen Schule zuzuwenden und die Natur der Elemente im Geiste eines Lavoisier, Berzelius, Liebig, Wöhler, Kolbe, Bunsen und Frankland zu studiren.

Wenn es wahr ist, dass das Kalihydrat nur Wasser ist, in welchem ein Atom Wasserstoff durch Kalium vertreten ist — wenn es wahr ist, dass die Salpetersäure nur Wasser ist, in welchem ein Atom Wasserstoff durch das Radical der Salpetersäure vertreten ist, so liegt doch wohl auch der ungeheure Unterschied des Wassers vom Kali, von der Salpetersäure in der Natur des Wasserstoffs, in der Natur des Radicals der Salpetersäure, in der Natur des Kaliums. Wer das nicht einsieht, dem kann man nur noch rathen, mit Salpetersäure oder Kalilauge

sich den Kopf zu waschen: aus dieser Taufe erwächst ihm dann sicherlich die Erkenntniss, dass das Wasser es allein nicht thut.

Ich habe indess die frohe Zuversicht, dass auch ohne Tauf-act diese Erkenntniss früher oder später wieder die allein herrschende werde.

In der That scheint man davon nicht mehr gar so weit entfernt zu sein; man sieht wenigstens so zu sagen gelegentlich ein, dass der alte Berzelius mit seinem Princip, die Natur der Elemente zu erkennen, nicht so ganz und gar Unrecht gehabt habe.

So sagt z. B. Wurtz auf Seite 95 seiner schon oft citirten Schrift — freilich im diametralen Widerspruch mit dem auf Seite 66 behaupteten, wo eben dieses Princip als ein Irrthum bezeichnet ist — Folgendes:

„So können also Körper, deren Molecularconstitution durchaus ähnlich ist, die also zu demselben Typus gehören, je nach der Natur der Elemente, die einen bestimmten Platz in dem Molecül einnehmen, in ihren Eigenschaften wesentlich von einander abweichen. Mit dieser wichtigen Erkenntniss findet eine Umkehr zu Ansichten statt, die man anfangs bekämpft hatte, als man der Lagerung der Atome einen entscheidenden Einfluss auf das Verhalten der Körper zuschrieb.“

Das klingt nun sehr vernünftig; dennoch haben diese Aeusserungen keinen Werth, es sind unwillkürliche, nur im Drange der Umstände gegebene; sie stehen sogar im schroffsten Widerspruche mit dem, was der Verfasser an anderen Stellen behauptet hat; thatsächlich ist man heute eben so weit entfernt, die Nichtigkeit der Substitutions- und Typentheorie einzusehen, als ehemals.

Was ist der Grund dieser merkwürdigen Widersprüche? Ich habe ihn bereits oben angegeben: Die Typentheorie ist in der Meinung ihrer Vertreter nicht wirklich widerlegt, nicht todt, sondern lebt in einer höheren Form fort, welche man als Structurtheorie bezeichnet hat.

„Die Typentheorie“, sagt Richter, „ist nicht, wie es zuweilen heisst, als irrthümlich widerlegt worden, sondern sie hat

170 Darstellung der Typentheorie Gerhardt's.

nur in einem weiteren Princip eine Verallgemeinerung und Verdeutlichung gefunden, ebenso wie auch die jetzige Structurtheorie einst in einer allgemeineren Hypothese, welche das Wesen der chemischen Affinität umfasst, eine weitere Deutung finden wird“. (v. Richter, Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie, Bonn 1876, S. 36.)

Es handelt sich also noch darum, auch diese Behauptungen als auf Täuschung beruhend nachzuweisen, zu zeigen, dass das, was die Structurtheorie als ein wissenschaftliches Princip ausspricht, kein wissenschaftliches Princip ist, dass dieselbe in Folge dessen auch das nicht leistet, nicht leisten kann, was sie zu leisten vorgiebt. Aus diesem Nachweis wird sich dann als Folgerung ergeben, dass die Wissenschaft auf diesem Wege überhaupt nicht wahrhaft fortschreiten kann.

Ich gedenke diesen Nachweis zum Gegenstande einer weiteren Schrift zu machen.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Lehrbuch der Chemie

für

den Unterricht auf Universitäten, technischen Lehranstalten und
für das Selbststudium.

Bearbeitet von

Dr. E. F. v. Gorup-Besanez,

ordentlicher Professor der Chemie an der Universität zu Erlangen.

In drei Bänden.

Erster Band:

Anorganische Chemie.

Sechste, auf Grundlage der neueren Theorien vollständig umgearbeitete
und verbesserte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen und einer
farbigen Spectraltafel.

gr. 8. geh. Preis 11 Mark.

Zweiter Band:

Organische Chemie.

Fünfte, auf Grundlage der neueren Theorien vollständig umgearbeitete
und verbesserte Auflage.

Mit in den Text eingedruckten Holzstichen.

gr. 8. geh. Preis 13 Mark 60 Pf.

Dritter Band:

Physiologische Chemie.

Vierte, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage.

Mit einer Spectraltafel im Texte und drei Tafeln in Holzstich, den
Münchener Respirations-Apparat darstellend.

gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 19 Mark.

Gasometrische Methoden

von

Robert Bunsen.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 70 in den Text eingedruckten Holzstichen. 8. Fein Velinpapier. geh.
Preis 8 Mark.

Lehrbuch der anorganischen Chemie

nach den

neuesten Ansichten der Wissenschaft

von

Dr. Ph. Th. Büchner,

ordentlicher Professor der Chemie und Vorstand des chemischen Laboratoriums
an der grossh. technischen Hochschule zu Darmstadt.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen und einer farbigen
Spectraltafel. gr. 8. geh. Preis 18 Mark.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Die Grundlage der modernen Chemie.

Eine
historisch-philosophische Analyse

von

Albrecht Rau.

8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Mark 40 Pf.

Neues Handwörterbuch der Chemie.

Auf Grundlage

des von Liebig, Poggendorff und Wöhler, Kolbe und Fehling
herausgegebenen Handwörterbuchs der reinen und angewandten Chemie

und unter Mitwirkung von

Bunsen, Fittig, Fresenius, v. Gorup-Besanez, Hell, Hofmann,
Kekulé, Kolbe, Kopp, Wichelhaus u. a. Gelehrten

bearbeitet und redigirt von

Dr. Hermann v. Fehling,

Professor der Chemie in Stuttgart.

Mit in den Text eingedruckten Holzstichen.

Royal-8. geh.

Der Umfang des Werkes ist auf sechs Bände berechnet, von welchen ein jeder in
10 bis 12 Lieferungen erscheinen wird.

Erschienen ist: Erster Band complet in dreizehn Lieferungen.

Preis 31 Mark 20 Pf.

Zweiter Band complet in dreizehn Lieferungen.

Preis 31 Mark 20 Pf.

Dritter Band. Erste bis dritte Lieferung. Preis à 2 Mark 40 Pf.

Kurzes

Lehrbuch der anorganischen Chemie

von

Dr. Hermann Kolbe,

Professor der Chemie an der Universität Leipzig.

Mit in den Text eingedruckten Holzstichen und einer farbigen
Spectraltafel. 8. geh. Preis 8 Mark.

Kurzes Lehrbuch der Chemie

nach den

neuesten Ansichten der Wissenschaft

von

H. E. Roscoe und Carl Schorlemmer,

Professoren der Chemie an Owens College.

Sechste verbesserte Auflage.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen und einer farbigen
Spectraltafel. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 5 Mark 50 Pf.



Rau, Albrecht

Die Theorien der modernen Chemie

Bd.: 2

Braunschweig 1879

Chem. 252 nl-2

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11387658-2